Niveau(x) d'enseignement: 3 Numéro EDUQ : 8470300
Centre d'intérêt: 640

Taurisson, Alain.

Activités d'exploration et d'enrichissement grâce à un micro-ordinateur au deuxième cycle du primaire : rapport d'expérimentation / Alain Taurisson ; [pour le] Service Orientations et développement, Projet Plus-doués. -- [Québec] : Direction générale des moyens d'enseignement, 1982.

86 p. : graph. ; 28 cm.

Résumé: p. 1 Code: 54-9550.

ISBN 2-550-05096-7

Cote Dewey: 372.13'9445/T227a

Descripteur(s): *Enseignement par ordinateur *Micro-ordinateur *Mathématiques *Surdoué *Primaire (Niveau)

Identificateur(s) de nom: *Commission scolaire Baldwin-Cartier (Pointe-Claire, Québec) *Plus-doués (Projet)

Identificateur(s) de sujet: *Enrichissement scolaire *Application pédagogique de l'ordinateur

En 1980, la commission scolaire Baldwin-Cartier et la DGME se sont mises d'accord pour offrir à tous les élèves d'une classe de sixième année de l'école Lalande, et non seulement aux "plus doués", des activités d'enrichissement dont l'une incluait l'utilisation d'un micro-ordinateur. L'hypothèse formulée était qu'il est possible d'utiliser l'ordinateur pour permettre aux élèves de réaliser des activités importantes, agréables, tout en augmentant leur initiative et en leur permettant d'explorer le langage mathématique.

Les élèves étaient libres de consacrer le temps qu'ils désiraient au travail sur ordinateur, de travailler individuellement ou par paires; le temps prévu pour chaque session était de trois quarts d'heure élève, centrée sur des nombres ou des dessins. Les élèves ont eux-même programmé les dessins de leur choix et en ont réalisé l'animation. L'ordinateur utilisé est un Cosmar VIP de RCA.

Les activités et le langage choisis pour travailler sur l'ordinateur ont permis aux élèves d'explorer des concepts et d'aborder une formalisation qui leur sera enseignée dans la suite de leurs études mathématiques. L'ordinateur permet ainsi de combler une lacune de l'enseignement traditionnel: celle de l'exploration personnelle par l'élève d'un langage considéré habituellement comme "abstrait". Cette phase d'exploration active devrait faire que l'élève n'ait plus à subir passivement un enseignement théorique. Elle est rendue possible parce que le langage de programmation est source immédiate de l'action visible de l'ordinateur. Ce langage se trouve donc acquis directement par

interaction. Il suffit alors que le choix du langage soit intéressant.

Type de document: r
Région(s) administrative(s): 063
Notice(s) connexe(s): 8370927

FIN

EDUQ 8470300

Direction de la technologie éducative

Projet PLUS-DOUÉS

ACTIVITÉS D'EXPLORATION ET D'ENRICHISSEMENT GRÂCE À UN MICRO-ORDINATEUR AU DEUXIÈME CYCLE DU PRIMAIRE

• rapport d'expérimentation •

- Cadre de la recherche
- Description des activités
- Les mathématiques explorées grâce à l'ordinateur

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Éducation
Direction générale des moyens d'enseignement

Code : 54-9550

EDUQ 8470300

SERVICE ORIENTATIONS ET DEVELOPPEMENT

P R O J E T P L U S - D O U E S

ACTIVITES D'EXPLORATION ET D'ENRICHISSEMENT GRACE A UN MICRO-ORDINATEUR AU DEUXIEME CYCLE DU PRIMAIRE

- rapport d'expérimentation -

Alain Taurisson

Code: 54-9550
Janvier 1982

Plan du rapport

	Page
Résumé	1
1. Cadre de la recherche	3
2. Description des activités	15
- Activité no 1: Bataille de nombres	15
- Activité no 2: Ecriture en page 7	21
- Activité no 3: Les dessins	29
- Activité no 4: La couleur	43
- Activité no 5: Le mouvement	53
- Activité no 6: Attaque de l'hélicoptère	61
3. Les mathématiques explorées en 6ième année grâce à l'ordinateur	67
4. Bilan du travail des élèves de la classe de 6ième année	77
5. Conclusion	86

RESUME

. La commission scolaire Baldwin-Cartier et la D.G.M.E. s'étaient mises d'accord pour offrir à certains élèves considérés comme "plus doués" des activités d'enrichissement. Plutôt que de se limiter à une clientèle de "plus doués", nous avons décidé d'offrir des activités d'enrichissement à tous les élèves d'une classe de 6e année de l'école Lalande. Parmi ces activités d'enrichissement, l'une d'elles incluait l'utilisation d'un micro-ordinateur.

. J'ai profité des circonstances pour tester les possibilités d'utilisation en classe, d'un micro-ordinateur peu coûteux: le COSMAC VIP de R.C.A. (moins de 400 dollars).

. Les élèves ont utilisé la machine pour jouer à des jeux programmés leur permettant d'approfondir leurs connaissances en arithmétique et en géométrie. Ils ont eux-mêmes programmé des dessins colorés de leur choix, et en ont réalisé l'animation. Ils ont dû réaliser des projets de longue haleine. Ces activités étaient pour la plupart d'entre eux, importantes, agréables et génératrices d'initiatives personnelles.

. Le choix des activités et le langage choisi pour travailler sur l'ordinateur ont permis aux élèves d'explorer des concepts et d'aborder une formalisation qui leur sera enseignée dans la suite de leurs études mathématiques.

CHAPITRE 1

CADRE DE LA RECHERCHE.

Au début de l'année 1980, la commission scolaire Baldwin-Cartier proposait de réaliser un projet qui offrirait à une clientèle d'enfants "plus doués" un "enrichissement des activités éducatives", à l'intérieur même de la classe. Il est rapidement apparu qu'il était plus convenable d'offrir des activités d'enrichissement à tous les élèves. Ces activités, non obligatoires, incluraient l'utilisation d'un micro-ordinateur.

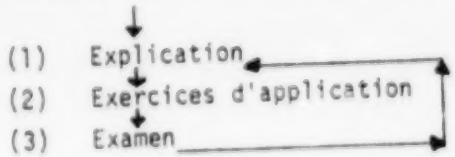
Pourquoi utiliser un micro-ordinateur?

L'utilisation qu'on a tenté de faire d'un ordinateur au niveau primaire (5ième et 6ième années) se fait en continuité avec certaines expériences faites au niveau secondaire. Au primaire, il n'est pas question d'enseigner l'informatique. Nous n'avons pas choisi non plus de réaliser des cours programmés: c'est une voie intéressante par certains aspects, mais déjà bien documentée.

Par contre, l'ordinateur offre des possibilités très diverses d'utilisation. Nous avons essayé de l'utiliser comme moyen d'exploration des mathématiques tout en augmentant les capacités d'initiative et d'autonomie des élèves. Il peut modifier la relation pédagogique entre élèves et maître. Cependant, nous avons tenté de l'introduire en douceur sans qu'il prenne toute la place.

Une "caricature" de la situation pédagogique actuelle.

On peut résumer (ou caricaturer) le mode d'intervention en classe le plus répandu actuellement de la façon suivante:



La technique la plus utilisée est la répétition. Une des tendances actuelles consiste à fragmenter de plus en plus le contenu que l'on veut faire passer pour que l'effet de l'"intervention en boucle" puisse se faire le plus efficacement possible.

Ce style d'intervention, lorsqu'il est généralisé, a des conséquences particulièrement néfastes. Parmi celles-ci, on peut citer:

- L'absence totale d'initiative manifestée par les élèves soumis à un tel enseignement.
- Un désintérêt progressif.
- La fragmentation du contenu présenté aux élèves fait qu'ils ne font pas les liens nécessaires à une connaissance véritable.
- Le sentiment des élèves que leur personnalité n'est jamais prise en compte dans l'enseignement.

De plus, les élèves finissent par penser que ce style d'intervention est le seul pouvant leur permettre d'acquérir des connaissances. Il s'ensuit qu'ils pensent que la science, par exemple, est construite en dehors d'eux, et donc qu'acquisition de connaissances est synonyme de passivité et de soumission.

Enfin, ce style d'intervention conduit le professeur à répéter sans cesse les mêmes choses. L'examen peut lui dire, par exemple, que l'élève n'a pas acquis ce qu'il devait. Il ne donne, par contre, aucun renseignement sur la nature du blocage constaté. N'ayant pas de renseignement nouveau sur ce qui gêne l'enfant, le professeur va reprendre une intervention qui déjà vient d'échouer.

Une alternative est-elle possible?

Dans le modèle décrit plus haut, le moteur de l'action des élèves est l'examen. Si l'on veut penser à un autre style d'intervention, il faudra trouver une autre source de motivation.

L'HYPOTHESE FAITE ICI EST QU'IL EST POSSIBLE D'UTILISER L'ORDINATEUR POUR PERMETTRE DE REALISER DES ACTIVITES IMPORTANTES, AGREABLES, ET DE DONNER AUX ELEVES UNE CERTAINE INITIATIVE. DE PLUS L'ORDINATEUR PEUT CONSTITUER UN MOYEN D'EXPLORATION DU LANGAGE MATHEMATIQUE.

1. -Qu'entend-t-on par activité importante aux yeux des élèves?

Ce qui est important aux yeux des élèves ne l'est pas forcément aux yeux des adultes, ce qui rend bien prétentieux de parler en leur nom. Cependant, si l'on observe leur comportement et si l'on parle avec eux, ils semblent trouver important, par exemple:

- De s'intégrer à leur groupe.
- De prendre possession du monde des adultes en assimilant les techniques et le langage.
- De créer des choses qui portent leur propre marque.
- D'exprimer leur monde imaginaire, etc...

2. -Qu'entend-on par activité agréable aux yeux des élèves?

Une croyance largement répandue est que tout apprentissage doit être accompagné d'une certaine souffrance. S'il est sans doute vrai que pour apprendre il faille être actif, donc travailler, il n'y a aucune raison pour que ce travail soit pénible. Pourtant lorsque quelqu'un avoue que son travail est agréable, il paraît suspect. Contraindre un enfant à ne réaliser que des activités qu'il n'aime pas ne peut que conduire à le dépersonnaliser, à en faire un être mécanique, qui est persuadé que tout ce qu'il fera par plaisir est coupable. Plus on évacue le plaisir, plus on doit exercer de contraintes, et faire du dressage.

Là encore, il est prétentieux de parler du plaisir des autres. Voici malgré tout quelques observations. Une activité scolaire ne peut être agréable que si:

- elle se fait dans un climat de confiance;
- les erreurs n'entraînent pas de jugement global;
- il est possible de faire preuve d'initiative;
- elle est valorisée par le milieu social;
- on a le choix de l'entreprendre ou pas;
- elle est assez complexe pour occuper complètement l'instant présent;
- elle conduit à des situations assez inattendues;
- une réussite même partielle est possible et sera appréciée;
- elle améliore l'idée qu'on a de soi-même;
- etc...

3. -Qu'entend-on par <u>initiative des élèves</u> dans l'acquisition de leur connaissance.

Bien souvent, l'acquisition de connaissances passe par la soumission de celui qui apprend. Si l'on veut que cette association cesse, il faut que l'acquisition des connaissances puisse se faire dans une large mesure à partir de l'initiative de l'élève. On peut essayer d'aller plus ou moins loin dans ce domaine et l'on sera toujours limité puisque, même dans les écoles "alternatives", les enfants sont obligés de se rendre à l'école. Cependant l'initiative des élèves peut se manifester dans les domaines suivants, même dans un cadre traditionnel:

- dans le choix des problèmes qu'ils veulent résoudre ou des projets qu'ils veulent réaliser;
- dans la capacité de choisir des stratégies de résolution de problèmes;

- dans l'évaluation qu'ils font de leur réussite et du chemin qu'il leur reste à parcourir;
- dans la recherche de l'information nécessaire à la réalisation de leur projet, et dans l'organisation de cette information;
- dans l'organisation matérielle de leur travail;
- etc...

4. -Qu'entend-on par exploration du langage mathématique?

Une grande partie du temps passé à l'école est consacré à l'acquisiti du langage. On peut considérer que les mathématiques sont un langag dont on doit assimiler les règles. Or, si ce langage paraît si obscu à beaucoup, c'est bien souvent qu'il n'évoque aucune expérience chez ceux qui l'apprennent. Il s'ensuit que les élèves n'essayent d'acqué qu'une suite de réflexes conditionnés leur permettant de résoudre les questions d'examen.

La plupart des apprentissages que nous faisons en dehors de l'école s font à la suite de périodes d'exploration où l'on essaie, où l'on se trompe, qui permettent une adaptation progressive à l'environnement. La langue maternelle s'apprend de cette façon. Il est bien connu que cette période d'expérimentation est souvent complètement escamotée p les "matheux". Le professeur de mathématique présente souvent ses th rèmes à des élèves qui n'ont pas fait les expériences nécessaires q leur permettraient de comprendre de quoi il parle.

Il faut dire que l'expérimentation du langage mathématique est diffi Lorsqu'on parle une langue, on peut voir tout de suite, grâce à la ré tion de son interlocuteur, si l'on a bien dit ce que l'on voulait di C'est l'usage qui précise le sens des mots avant le dictionnaire. E mathématique nous partons du dictionnaire. Il serait donc important donner aux élèves des moyens réels d'exploration.

Rôle de l'ordinateur

L'hypothèse est donc qu'il est possible d'utiliser l'ordinateur pour présenter aux élèves des activités importantes, agréables, tout en augmentant l'initiative des élèves et en leur permettant d'explorer le langage mathématique. C'est dans cette optique que les activités décrites plus loin ont été développées.

Sans entrer dans le détail des activités proposées, on peut faire le lien entre les activités réalisées grâce à l'ordinateur et les quatre points qu'on vient de développer. (Activités importantes, agréables, permettant l'initiative et l'exploration du langage mathématique.)

Activités importantes:

- La maîtrise de l'informatique par un enfant lui fournit une possibilité d'intégration au monde des adultes.
- En programmant lui-même, il obtient des résultats qui portent sa propre marque.
- A travers le dessin, l'animation permise par l'ordinateur, il est possible de créer et d'exprimer des éléments de l'imaginaire personnel de chacun.

Activités agréables:

- Les élèves ont le choix d'utiliser l'ordinateur ou non.
- Une erreur faite sur la machine reste entre la machine et celui qui l'utilise. Il n'y a pas de jugement extérieur. On a le loisir de recommencer jusqu'à ce que ça marche.
- Le résultat obtenu en vaut la peine aux yeux des enfants: réaliser des dessins, qui bougent selon la programmation qu'on a faite, est pour eux un bon résultat.

- On obtient des résultats qu'on peut montrer et qui sont appréciés.
- On peut réaliser sur l'écran des situations incongrues, amusantes.
- Certaines activités constituent de véritables jeux que l'on joue à deux.
- Ces activités demandent une attention constante.

Activités permettant l'initiative:

- Les enfants choisissent le type d'activité qu'ils veulent réaliser: dessin, animation couleur, etc... Il n'y en a pas deux qui fassent la même chose.
- Ce sont eux qui proposent ce qu'ils veulent faire sur l'écran.
- Il n'y a pas d'autre évaluation que celle qu'ils font du résultat de leur travail
- Ce sont les enfants qui montent et démontent les appareils, qui choisissent leurs horaires.
- Réaliser un dessin sur l'écran demande de la planification, la résolution de problèmes mathématiques et techniques. Il faut pouvoir se débrouiller.

Exploration du langage mathématique:

Cela dépend étroitement du langage mis à la disposition des utilisateurs. Dans les activités proposées aux élèves, il en est qui leur permettent de dessiner et de faire bouger leurs dessins. Pour cela, ils utilisent un langage, très près de celui qu'ils utiliseront plus tard lors de l'étude de la géométrie analytique. Ce qui est propre à l'ordinateur, c'est que c'est l'utilisation de ce langage qui permet la réalisation des dessins. Il est donc nécessaire d'utiliser un langage considéré comme abstrait pour créer quelque chose de très concret. Nous nous trouvons là dans une situation naturelle d'acquisition d'une langue qui permet l'exploration.

D'autre part, on se trouve à associer naturellement les aspects algébriques, à travers le langage utilisé, et les aspects géométriques, par leurs conséquences sur un écran.

Selon le langage utilisé, on pourrait ainsi explorer divers aspects des mathématiques et ceci est valable au niveau secondaire. Cette période d'exploration est sans doute particulièrement importante pour enlever l'impression que "la science se construit en dehors de vous". Même si un cours magistral vient structurer cette période d'exploration, il est très différent que ce cours repose sur une expérience personnelle préalable.

Une autre voie est aussi possible. Nous avons présenté des jeux dans lesquels les nombres avaient des comportements correspondant à leurs propriétés mathématiques. L'ordinateur permet d'animer les nombres un peu à la façon d'humains qui suscitent des sentiments, ce qui fait que les élèves s'impliquent davantage. En explorant ces relations entre nombres, ils se trouvent à explorer des relations mathématiques.

Enfin, il est évident que construire un programme demande une cohérence logique qui structure tout langage mathématique.

L'ordinateur et l'évolution du cadre pédagogique actuel:

Il semble bien qu'il soit possible d'utiliser l'ordinateur pour pouvoir faire évoluer le type d'intervention en classe le plus usuel, qu'on a appelé plus haut "l'intervention en boucle". On peut remarquer que l'ordinateur pourrait aussi provoquer le renforcement de ce type d'intervention. Formidable machine à répéter, il permet la réalisation de cours programmés. Ces cours peuvent avoir leur utilité, mais ils ont les mêmes défauts que nous signalions au début.

L'ordinateur peut aussi devenir seulement un objet d'étude. On peut alors être tenté de construire des cours qui vont enseigner ce qu'est l'ordinateur, ce qu'est l'informatique. On se trouvera alors avec une matière supplémentaire au programme, qui aurait sans doute son importance. Par contre le cadre pédagogique n'aura pas évolué et l'ordinateur n'aura pas été véritablement intégré par le système scolaire.

Enfin, l'ordinateur n'est pas la seule possibilité de faire évoluer la situation. Il y a des enfants qui ont a priori une réaction négative face aux machines, qui ont peur, pour des raisons quelquefois très personnelles et très différentes de l'un à l'autre. Il doit donc exister des alternatives possibles. Lors de l'expérimentation en particulier en sixième année, on verra qu'il existe bien d'autres activités très intéressantes pour les enfants. L'ordinateur est encore un objet mal connu suscitant beaucoup de réactions personnelles. Lui donner un statut très particulier dans une classe risque d'accentuer le côté "mythique" qui l'entoure. Par contre, les enfants ont montré qu'ils étaient capables de le banaliser très vite et de l'utiliser avec autant d'aisance et sans plus de crainte qu'ils utilisent leur calculatrice, leur poste de télévision ou leur bicyclette.

Cadre scolaire de l'expérimentation

- L'expérimentation a eu pour cadre la classe de 6e année de Monsieur Leblond à l'école Lalande.

- Le lundi matin, Monsieur Leblond présente aux élèves un "plan de travail" pour la semaine. Ce plan propose 30 activités. Seules l'anglais, l'éducation physique, et la bibliothèque doivent être réalisées à des périodes déterminées de la semaine.

- Les élèves sont libres de réaliser des activités dans l'ordre de leur choix. Le recours au professeur est limité la plupart du temps. Des corrigés sont à la disposition des élèves. Lorsqu'une activité est terminée, l'élève utilise un tampon qui lui permet d'imprimer un

symbole sur son plan de travail à l'emplacement prévu pour cette activité. Monsieur Leblond signe lui-même, après avoir vérifié que l'activité a été effectivement faite.

- Parmi les activités proposées, il en est une qui est une activité libre. La classe dispose de nombreux jeux éducatifs. Pendant cette activité les enfants utilisent ces jeux.

- Les enfants qui ont terminé leur plan de travail avant la fin de la semaine complètent leur plan par des activités de leur choix.

- Certains ne terminent pas complètement leur plan. Ils sont censés terminer chez eux.

- Les élèves n'ont pas de "devoir" à faire chez eux. Tout doit pouvoir se faire à l'école.

- Les élèves n'ont pas de pupitres individuels, mais il utilisent cinq grandes tables. Ainsi à un moment quelconque de la journée, certains font du français, d'autres des arts plastiques, d'autres des mathématiques, etc...

- Il est certain que cette organisation de classe demande une préparation souvent importante de la part de Monsieur Leblond. Au début de la semaine doivent être prévus les activités et les corrigés. D'autre part, il faut avoir un bon sens de l'organisation en classe: le matériel doit être en ordre, les élèves doivent avoir de bonnes habitudes, ils doivent ranger le matériel, prendre soin de leurs instruments de travail. Cette organisation de classe fait que chaque enfant se sent personnellement responsable de son travail.

- Le système marche très bien. L'atmosphère de la classe est détendue, mais active et les élèves paraissent heureux. Les résultats moyens de la classe sont parmi les meilleurs de la commission scolaire.

- Dans cette atmosphère de confiance réciproque, l'introduction d'une activité nouvelle était parfaitement naturelle.

Organisation du travail sur l'ordinateur

Je travaillais dans la classe trois jours par semaine. Au début de la semaine, j'inscrivais les noms de ceux qui désiraient travailler sur la machine pour la semaine entière. Je prévoyais une durée d'environ trois quarts d'heure par session. Certains travaillaient seuls, d'autres se mettaient par deux. En deux semaines, tous les élèves pouvaient passer.

Méthodologie

Je présentais moi-même les activités aux élèves. Je notais la fréquence avec laquelle les enfants travaillaient et le temps qu'ils passaient sur la machine. Je notais aussi leurs réactions au fur et à mesure. Ces données sont disponibles dans le rapport complet (Document 54-9480 - par Alain Taurisson, 225 p.).

Ordinateur utilisé

L'ordinateur utilisé est un COSMAC VIP de RCA. Il coûte moins de 400 dollars. De très petite taille, il ne fait pas peur aux enfants. On le branche sur un moniteur ou une télévision et la mémoire auxiliaire est une cassette sur magnétophone. Ces appareils font déjà partie de l'entourage des enfants et ils connaissent leur manipulation.

L'entrée des données se fait grâce à un clavier hexadécimal à touches par contact. Il est vendu avec 2K octets de mémoire, mais on peut le "gonfler". On peut lui donner des extensions par la couleur, la musique ... ou le contrôle de processus. On peut le programmer en langage assembleur hexadécimal (le chip 8) ou utiliser des jeux sur cassettes ou encore dessiner directement sur l'écran (voir p.21).

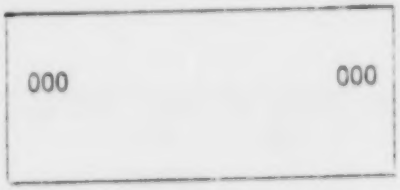
CHAPITRE 2.

DESCRIPTION DES ACTIVITES.

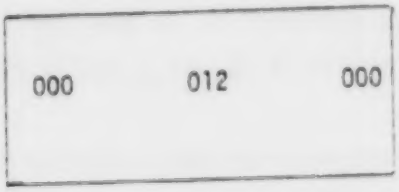
On trouvera ici la description des activités présentées aux élèves. J'ai tenté de les décrire en faisant passer aussi l'atmosphère qui règnait pendant notre travail. Le rapport complet contient les observations concernant le comportement des élèves.

ACTIVITE NO 1: Bataille de nombres

Ce jeu se joue à deux.
Au départ l'écran se présente ainsi:

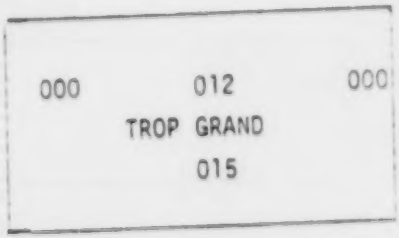


Le premier joueur tape un nombre de deux chiffres.
Par exemple 12



Il va s'agir pour l'autre joueur de faire disparaître le nombre 12 en tapant un autre nombre. Le problème est de savoir lequel...

Ce n'est pas 15



Ce n'est pas 5. Pourtant cela commençait bien. On voyait le 5 dédoubler et partir à l'assaut de 12.

```
000        012        000

           005
           005
```

Mais 5 a rencontré 12 et ...

```
000        012        000
           MANQUE
           005
```

... et 12 est encore là.

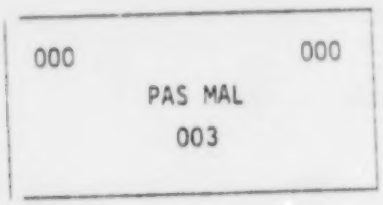
Mais tout aurait été différent si le deuxième joueur avait tapé 006. 6 serait parti à l'assaut de 12, et l'aurait détruit. On aurait vu

```
000                   000
           BRAVO
           006
```

Puis

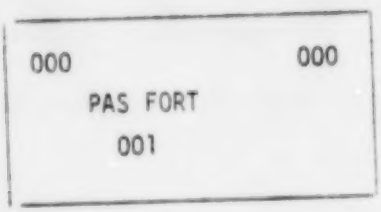
```
004                   000
```

4 points viennent s'inscrire. C'est la marque du joueur qui vient de "supprimer" 12. Il aurait obtenu le même résultat en tapant 4 au lieu de 6. Par contre s'il avait tapé 3...



... il aurait quand même disparu, mais son score n'aurait été que de 2 points.

Et s'il avait tapé 001, ou 012, alors il aurait vu s'inscrire...



... Et marquer seulement un maigre point.

Celui qui a maîtrisé le jeu sait donc que l'on marque 4 points en détruisant le nombre de l'adversaire avec le plus grand facteur possible de ce nombre.

Un facteur trop petit ne donne que deux points. 1, ou le nombre lui-même ne donne que 1 point. Le zéro est refusé.

La victoire est soulignée par une sonnerie.

Au deuxième coup, les rôles sont inversés. Le 2e joueur inscrit un nombre à son tour, que son partenaire va essayer de détruire.

Et ainsi de suite, à tour de rôle.

Chaque joueur jouera 4 coups... et l'ordinateur désignera le vainqueur en faisant clignoter le score le plus élevé et en faisant résonner la sonnerie!

000	008

Ensuite l'ordinateur sera prêt pour une nouvelle partie.

000	000

Ce qu'on peut attendre d'un tel jeu.

. <u>D'où vient l'idée</u>:

Au point de départ, il y a une observation: les enfants semblent charger les nombres d'un contenu affectif: Certains nombres leur paraissent "durs", "méchants", d'autres sont "gentils", ou "faciles".

En général, ils trouvent les nombres pairs plus gentils que les nombres impairs,et les nombres premiers leur paraissent franchement désagréables. Ce sont les plus durs de tous. On observe par exemple qu'une simple multiplication est plus souvent manquée si elle contient des nombres premiers et certains élèves vous "expliquent" qu'effectuer le produit 12 X 16 est beaucoup plus facile que le produit 13 X 17, parce que les nombres 13 X 17 sont "durs". En fait quand les enfants (primaire, premier cycle du secondaire) n'ont pas d'explications rationnelles à une propriété numérique, ils en inventent qui sont purement sentimentales ou magiques.

On peut même dire qu'un enfant de niveau primaire est motivé en particulier quand il peut investir ce qu'il fait, ou les objets qu'il manipule, de ses propres sentiments. Ce n'est pas le concret qui l'intéresse, mais la possibilité de concrétiser l'imaginaire, son imaginaire. Un simple point au tableau peut devenir GOLDORAK, une fleur, ou son père.

On peut donc avoir l'idée de partir de l'imaginaire, du monde affectif pour le traduire finalement de façon rationnelle. Voici un exemple:

- Le professeur dans un premier temps déclare que "des élèves m'ont dit qu'il y avait des nombres gentils et des nombres méchants"; les enfants sont d'abord surpris qu'on emploie de tels mots au sujet des nombres.

Puis ils disent que 2 était gentil, que 3 était méchant. Est-ce que vous pensez que 4 est gentil? Suit une discussion où la gentillesse de 9 va être envisagée: plus gentil que 7, il l'est cependant moins que 8.

Finalement les enfants finiront par formuler que les nombres qu'ils trouvent très gentils sont pairs, les "un peu gentils" sont impairs

mais divisibles, les "durs" ou les "méchants" sont les nombres premiers. Au début, les enfants n'avaient que des sentiments vis-à-vis des nombres. A la fin, ils avaient traduit ces sentiments confus en connaissance exprimable. L'expérience précédente a été réalisée aux "P'tits castors" avec un groupe d'enfants de 6 à 8 ans.

L'ordinateur permet d'animer les nombres eux-mêmes. Par exemple, 6 part à l'attaque de 12 et va le faire disparaître. 6 et 12 deviennent des êtres intéressants, parce qu'il leur arrive des choses que les enfants voient chaque jour dans les séries que la télévision leur destine. Il y a une différence très grande pour un enfant entre "chercher les facteurs de 12" et "trouver les nombres qui vont anéantir 12" surtout lorsque l'ordinateur va permettre de réaliser concrètement cet anéantissement. Les nombres se trouvent jouer le rôle d'êtres imaginaires auxquels il peut arriver des événements qui vont susciter la joie, ou la déception. Chaque nombre va avoir un comportement particulier. Il va s'agir de prévoir ce comportement pour l'utiliser pour gagner puisque les enfants sont amenés à jouer à deux.

On peut donc prévoir, dans un premier temps, que les enfants vont vouloir jouer, et acquérir une connaissance pratique et affective des nombres. Il faudra ensuite les amener à verbaliser leur connaissance pour qu'elle devienne rationnelle.

ACTIVITE NO 2: Ecriture en page 7

Sur le COSMAC VIP de R.C.A. la dernière page (256 octets) de mémoire disponible permet d'obtenir directement sur l'écran la transcription automatique de l'écriture en dessin grâce à l'interface vidéo. Sur le modèle disponible à l'école Lalande, ou avait seulement 2K octets, donc huit pages numérotées de 0 à 7. La page 7 permet donc de faire dessiner les usagers sans avoir à programmer.

I. Description

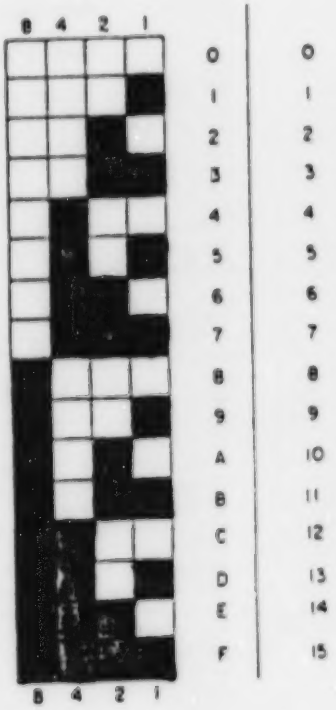
1. Le clavier utilisé correspond à une notation hexadécimale. Il se compose donc de 16 symboles.

1	2	3	C
4	5	6	D
7	8	9	E
A	0	B	F

2. Chaque chiffre hexadécimal est converti en binaire pour être placé en mémoire.

Un carré hachuré représente un "1". Un carré blanc un "0". Par exemple, le nombre "13" (base 10) est représenté par "D" en hexadécimal et par 1101 en binaire.

(Dans toute la suite du document, un carré lumineux est représenté par un carré ombré).



3. Les chiffres écrits en binaire sont groupés par deux pour former un "byte".

4. A chaque "byte" placé en mémoire est associée une adresse formée de quatre chiffres hexadécimaux.

Ex.: 02FF
3F0A

5. Lorsque l'on place un "byte" en mémoire, il faut:

   . Indiquer l'adresse;
   . Appuyer sur la touche 0 pour signifier que l'on veut écrire en mémoire;
   . Taper les deux symboles hexadécimaux qui vont constituer le "byte"

EX.: Pour placer 9F à l'adresse 0200, on tape 0200-0-9F

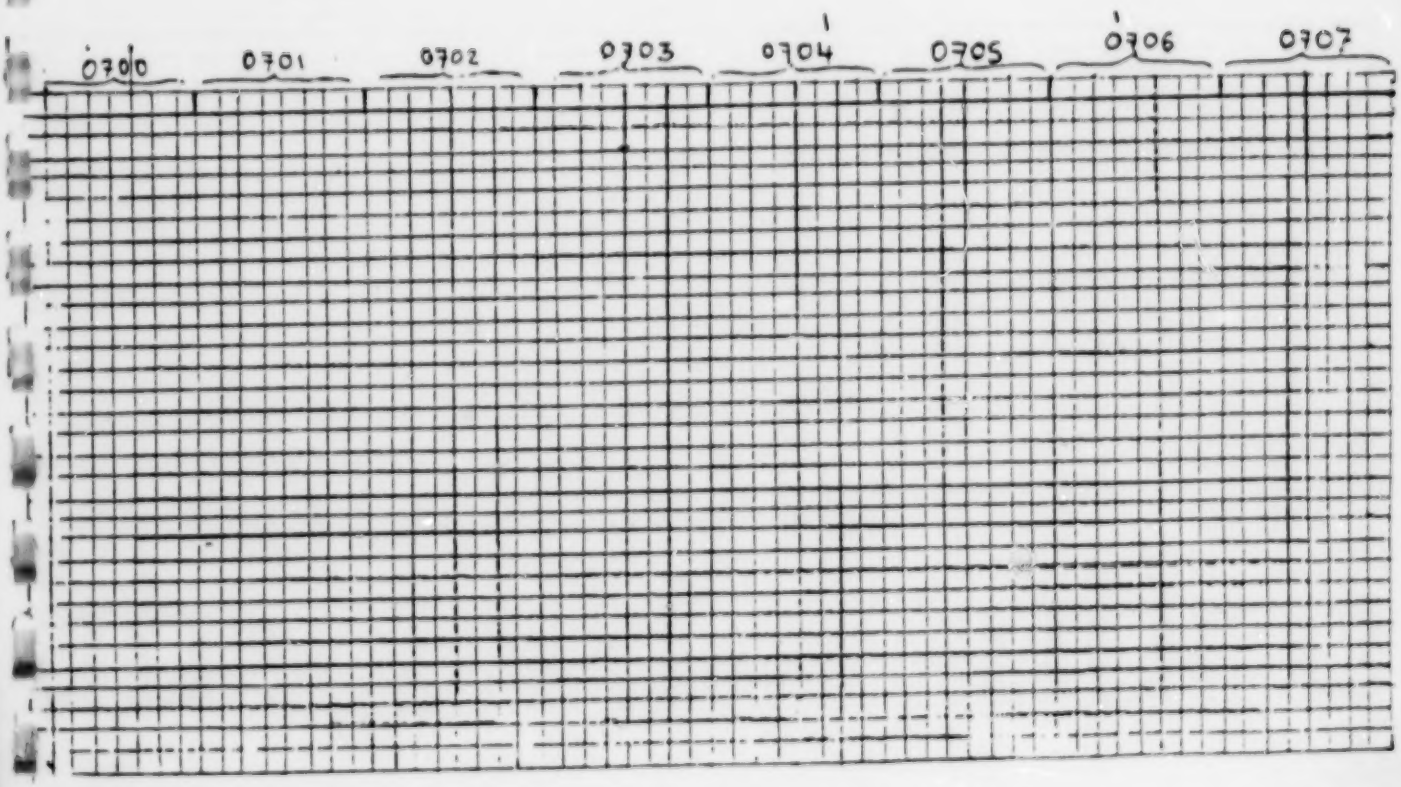
6. Lorsque l'opération précédente est achevée, on voit apparaître sur l'écran, en bas à gauche l'adresse et en bas à droite son contenu, en hexadécimal.

A la suite de l'opération précédente, l'écran se présente ainsi:

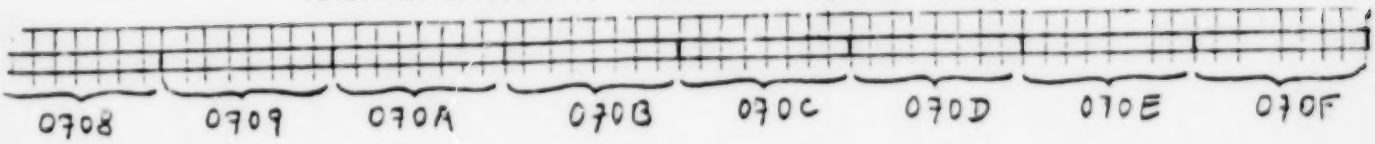
0200	9F

7. A partir de l'adresse 0700, et jusqu'à 07AB, le contenu de la mémoire apparaît aussi sur l'écran, dans sa forme binaire. C'est ce qu'on appelle "La page 7".

8. A chaque adresse comprise entre 0700 et 07AB correspond une partie de l'écran. Les adresses comprises entre 0700 et 0707 correspondent à la première ligne de l'écran. L'écran complet est formé de 64 petits carrés en longueur, de 32 en largeur. Chaque carré correspond à un bit.

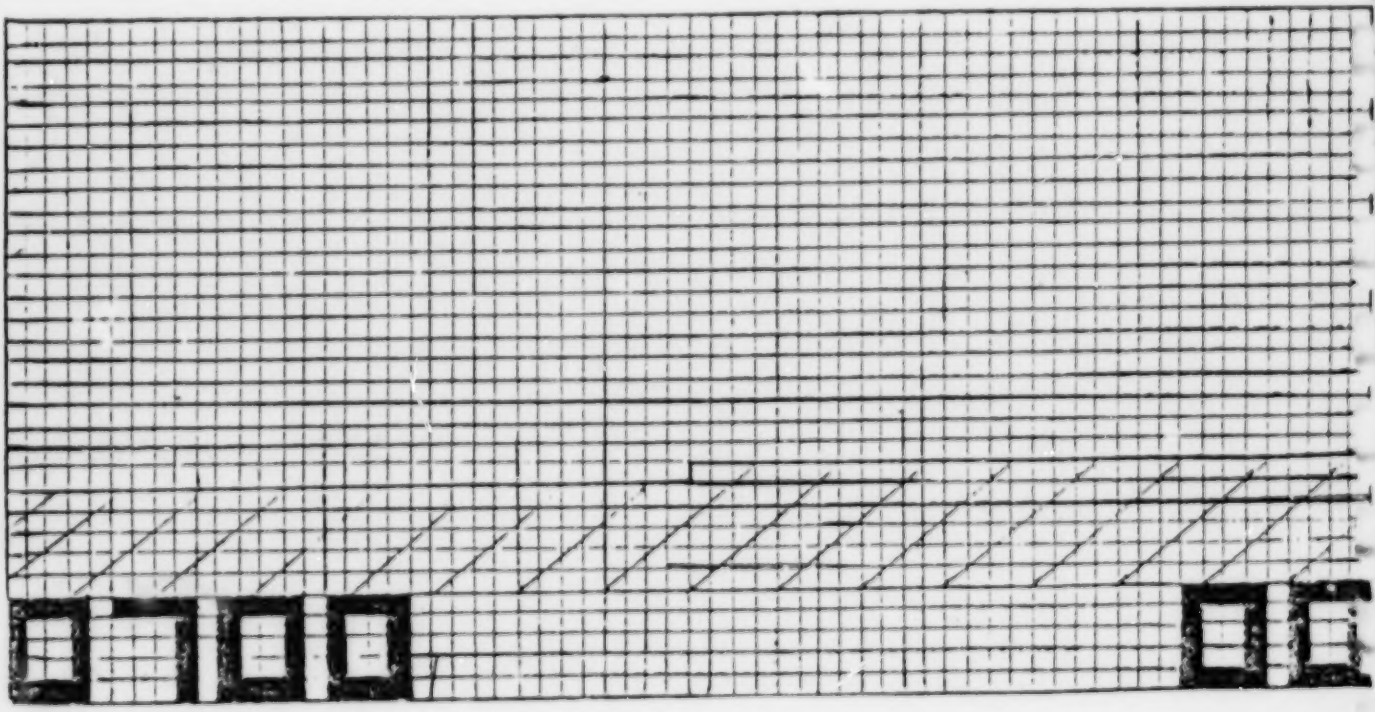


Les huit carrés placés immédiatement en dessous des carrés placés à l'adresse 0700 sont placés à l'adresse 0708.
Voici les adresses de la deuxième rangée de carrés:



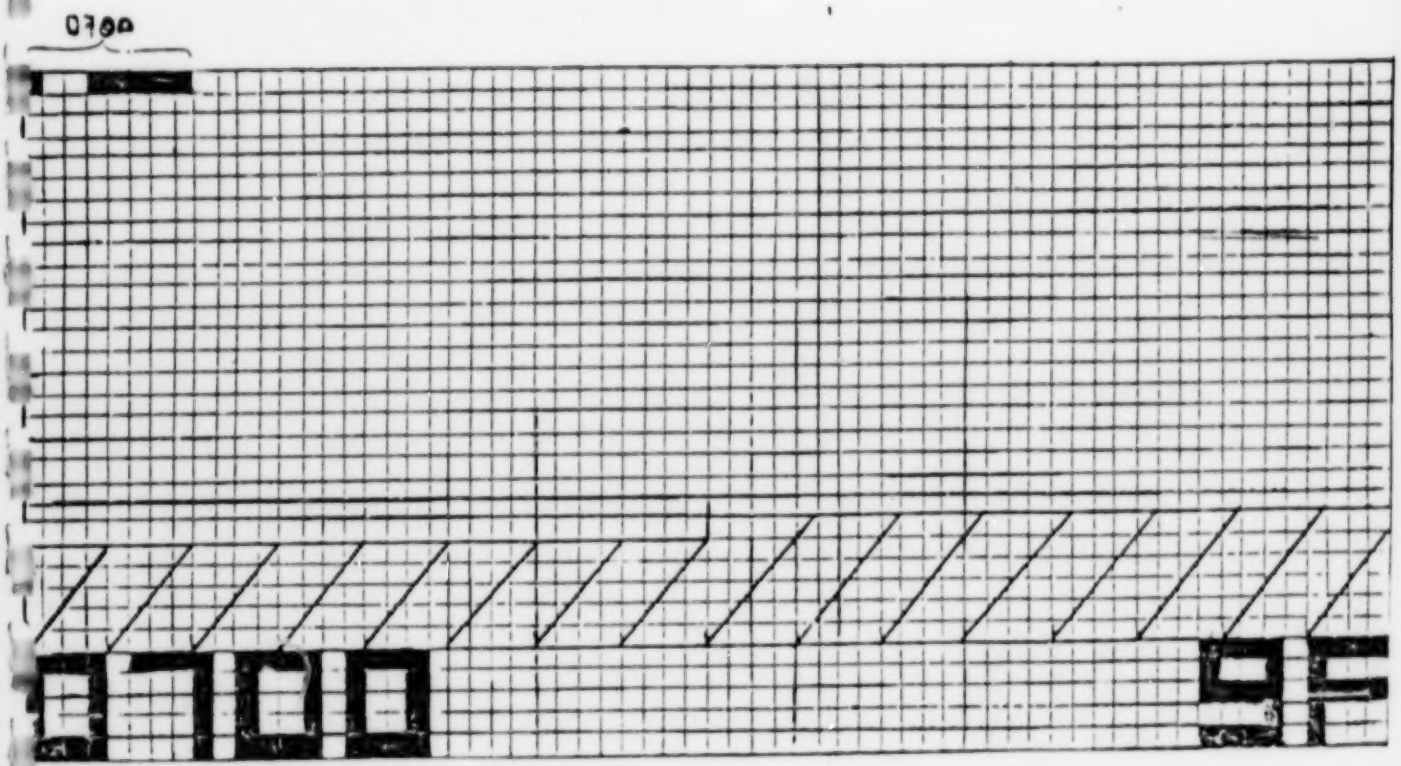
(les adresses sont notées en hexadécimal)

Cependant, les adresses comprises entre 07AC et 07FF sont utilisées pour assurer le fonctionnement de l'ordinateur. Des signaux lumineux apparaissent donc continuellement sur cette partie de l'écran. Nous avons hachuré cette partie sur le dessin ci-dessous. La partie située en dessous de la zone hachurée est réservée à l'affichage.



9. Dans la partie libre de l'écran, on peut faire apparaître des suites de carrés lumineux constituant la traduction binaire des chiffres hexadécimaux placés en mémoire.

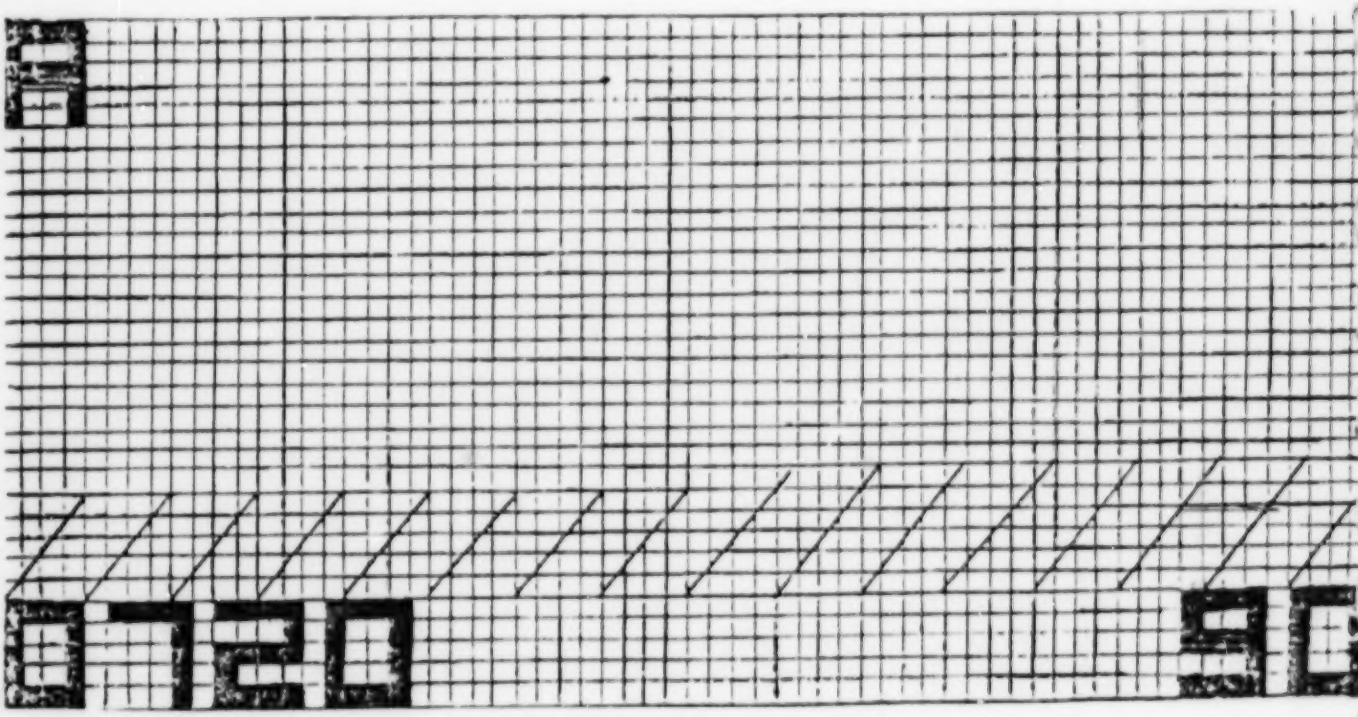
Par exemple, on vient de placer 9 F à l'adresse 0700.
Voici ce qu'on obtient:



En plaçant de façon judicieuse les petits carrés lumineux, on obtient des dessins sur l'écran. Par exemple, voici comment obtenir la lettre A dans le coin gauche, et en haut, de l'écran.

```
0700 - 0 - F0
0708 - 0 - 90
0710 - 0 - F0
0718 - 0 - 90
0720 - 0 - 90
```

Voici ce que l'on obtient sur l'écran:



Il est possible d'enregistrer sur cassette les dessins réalisés sur l'écran. Ceci permet d'étaler le travail sur plusieurs séances et chaque enfant peut conserver son travail.

II- Pourquoi travailler dans la page 7?

Jusqu'à maintenant, les enfants ont utilisé un jeu "tout prêt". Ils n'étaient que des consommateurs. Maintenant, ils vont réaliser eux-mêmes des dessins sur l'écran. Il s'agit donc d'un premier pas vers la programmation de l'ordinateur.

Pour être capable de travailler dans la "page 7", il faudra cependant être capable de maîtriser un certain nombre de techniques et de connaissances.

a) Au niveau des problèmes purement techniques, il faudra être capable:

- de placer des nombres dans la mémoire de l'ordinateur;
- d'enregistrer un programme sur une cassette;
- de faire lire, par l'ordinateur, le contenu d'une cassette pré-enregistrée.

b) Au niveau des connaissances, il faudra pouvoir:

- traduire un nombre écrit en base dix en son équivalent en base 2;
- traduire un nombre écrit en base dix en son équivalent en base 16;
- comprendre ce qu'est un "bit", un "byte";
- comprendre le système d'adressage en mémoire;
- comprendre le système de repérage des différents "bytes" sur l'écran de télévision.

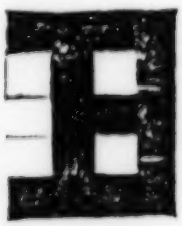
c) Il est évident que l'ensemble des techniques et connaissances précédentes sont des éléments importants permettant de programmer. Il faut aussi souligner que nous avons là un moyen de développer des processus particulièrement importants en mathématique, par exemple le codage et le repérage.

d) C'est une activité de longue haleine, demandant concentration et précision. C'est une des caractéristiques de l'ordinateur que d'offrir des activités de ce type.

e) On peut penser enfin que les élèves vont être intéressés par ce genre de travail.

f) Il est particulièrement intéressant que les élèves fassent la distinction entre "adresse" et contenu place à cette adresse.

Remarque: Les enfants utiliseront pendant cette activité les centicubes pour s'initier au codage binaire et préparer avec les cubes les lettres qu'ils dessineront sur l'écran. Ils construiront une plaque de centicubes correspondant au schéma de la page 21 avec des cubes de deux couleurs - Ils construiront ensuite un B par exemple de cette façon.



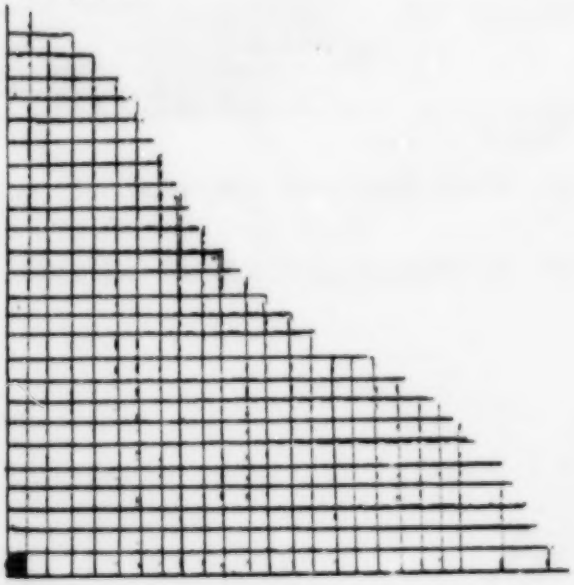
Il peut être réalisé avec des centicubes jaunes pour le fond et verts pour la lettre elle-même.

ACTIVITE NO 3: Les dessins

I.- DESCRIPTION DE L'ACTIVITE

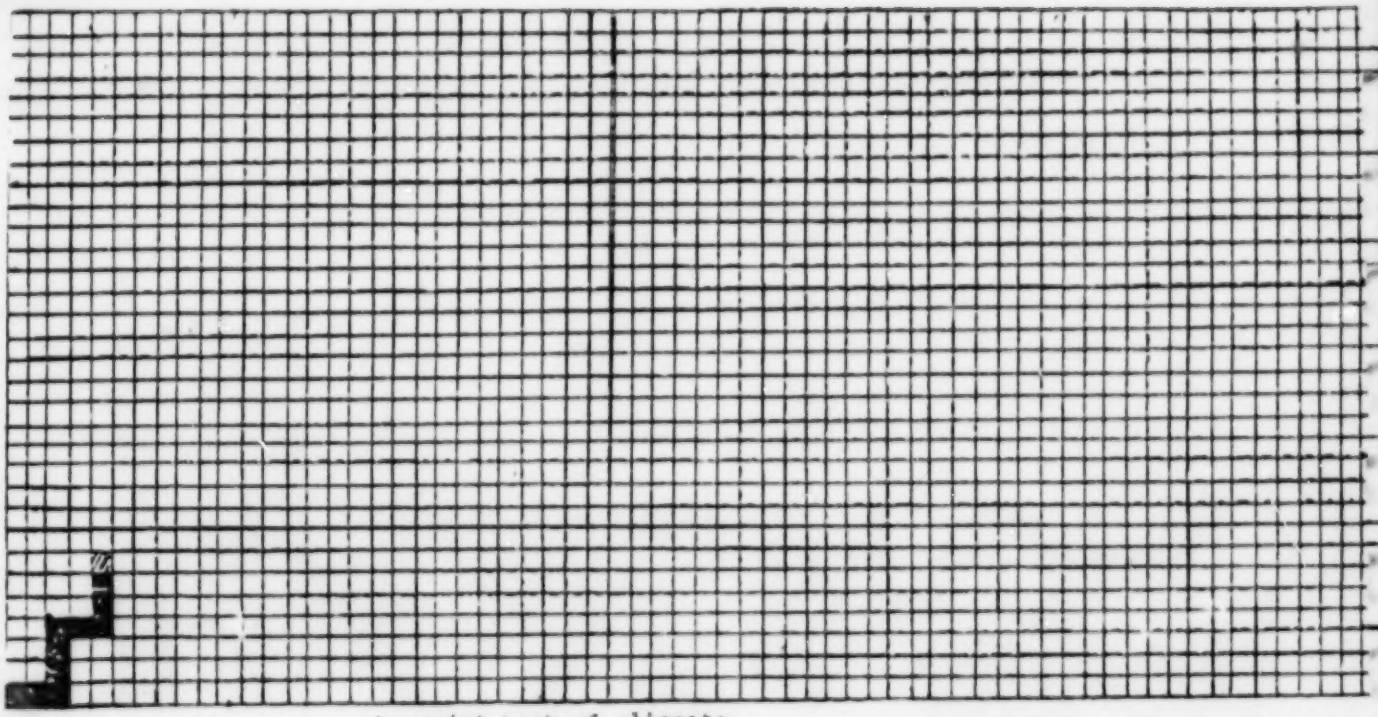
L'activité suivante va permettre aux élèves de réaliser des dessins à l'aide de l'ordinateur. Voici les commandes dont les enfants disposent.

1. Au départ, en bas à gauche de l'écran, un point clignote.



Point clignotant.
Tapons sur le clavier:
A E2 E3 2

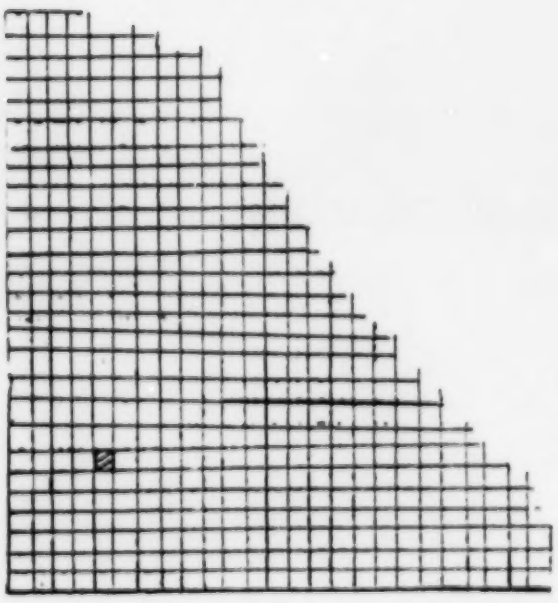
Voici ce qui apparaît sur l'écran:



Le point hachuré clignote.

2. Voici ce qui serait apparu sur l'écran si nous avions tapé:

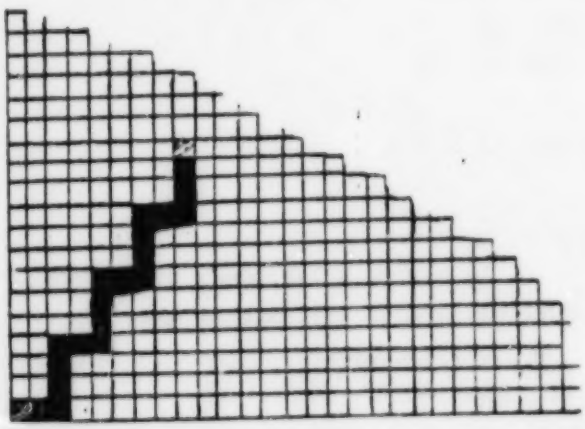
B E2 E3 2 (Nous avons remplacé A par B)



Le point s'est déplacé de la même façon, mais sans laisser de trace.

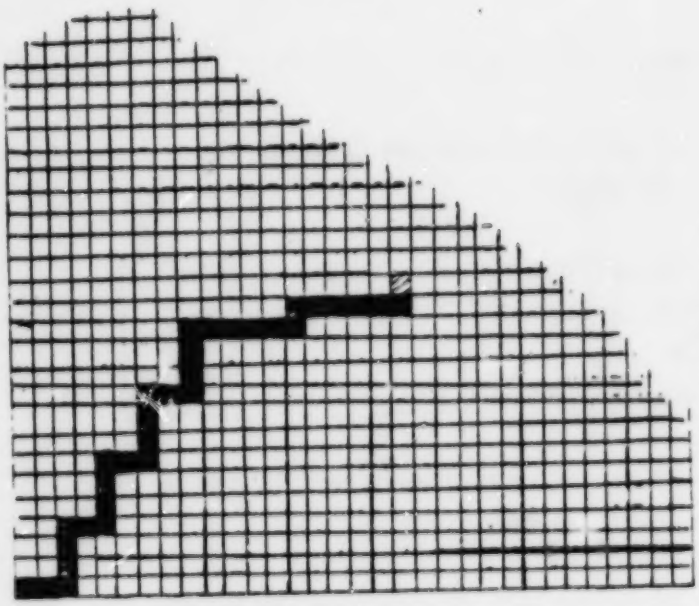
Voici ce qui serait apparu si nous avions tapé:

A E2 E3 4
(nous avons remplacé le dernier nombre qui était 2 par un 4)



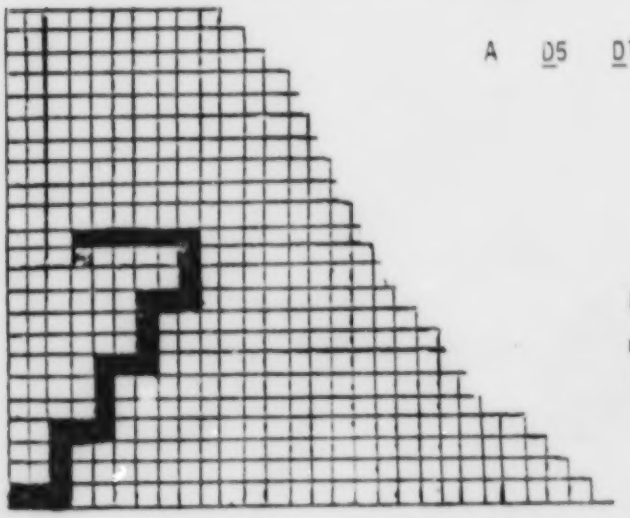
Il y a maintenant 4 escaliers au lieu de 2.

3. Tapons maintenant:
A E5 E1 2



L'ordinateur vient de dessiner deux autres escaliers dont la longueur d'une marche vaut 5 et la hauteur vaut 1.

4. Voici ce que nous aurions obtenu si nous avions tapé:



A D5 D1 1

La marche a les mêmes dimensions, mais elle est tournée dans l'autre sens.

5. En résumé, en rentrant 6 symboles, dans l'ordre suivant, on obtient un déplacement du point clignotant qui suit un escalier.

1 On peut taper A ou B

A: le point laissera une trace en se déplaçant.

B: le point ne laissera aucune trace en se déplaçant.

2 On peut taper D ou E

E: la marche sera dirigée vers la droite (——►)

D: la marche sera dirigée vers la gauche (◄——)

3 On tape un chiffre compris entre 0 et F (en hexadécimal F vaut 15)

Ce chiffre va déterminer la longueur de la marche.

4 On peut taper soit D soit E

E: la marche sera dirigée vers le haut (↑)

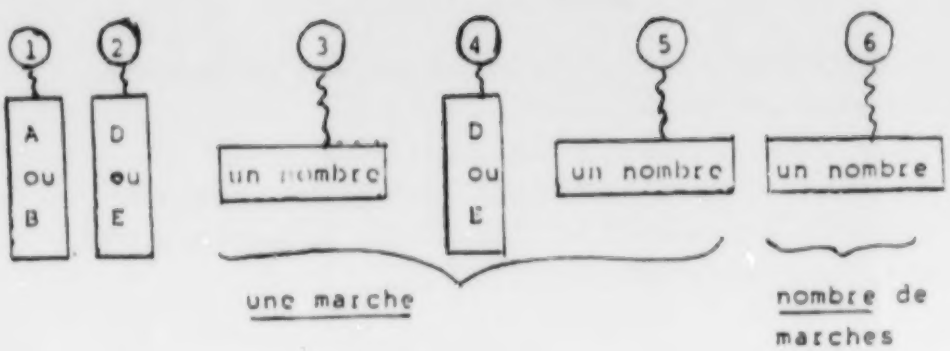
D: la marche sera dirigée vers le bas (↓)

5 On tape un chiffre compris entre 0 et F

Ce chiffre détermine la hauteur de la marche.

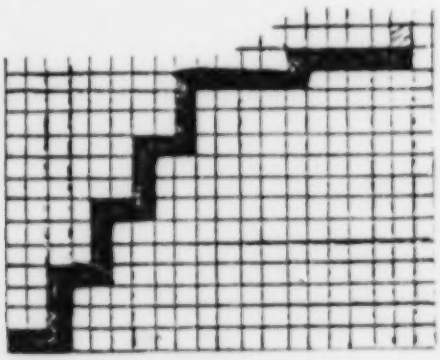
6 On tape un chiffre compris entre 0 et F.

Ce chiffre détermine le nombre de marches.

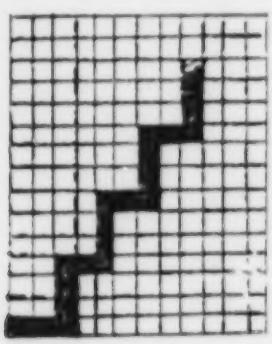


Autres commandes

1. Supposons que nous soyons dans la situation suivante:
(la dernière entrée a été A E5 E1 2)

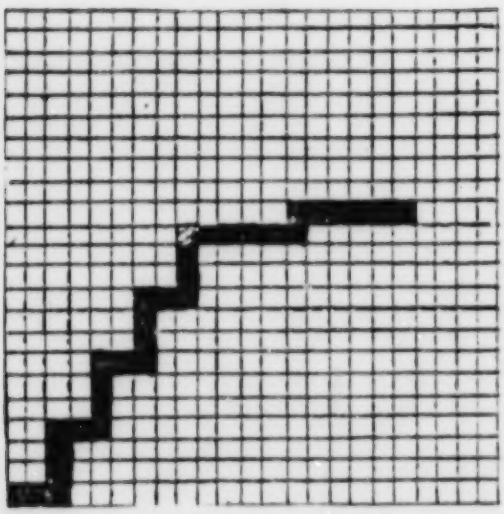


Appuyons sur la touche 8. Nous obtenons:



On efface ainsi l'effet de la dernière entrée. On peut ainsi facilement corriger une erreur.

2. Par contre, si nous avions appuyé sur la touche 0, le point clignotant se trouverait où il était avant la dernière entrée, mais rien n'aurait été effacé.



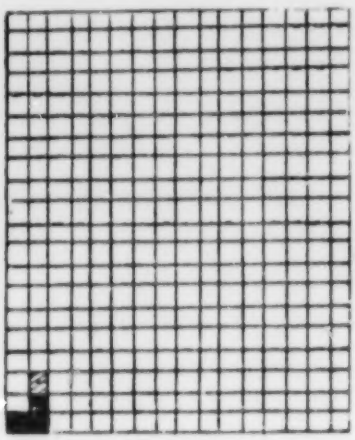
Le prochain escalier partira alors de ce point.

Si nous appuyons sur la touche 1, et, ensuite, sur la touche F, tout sera effacé.

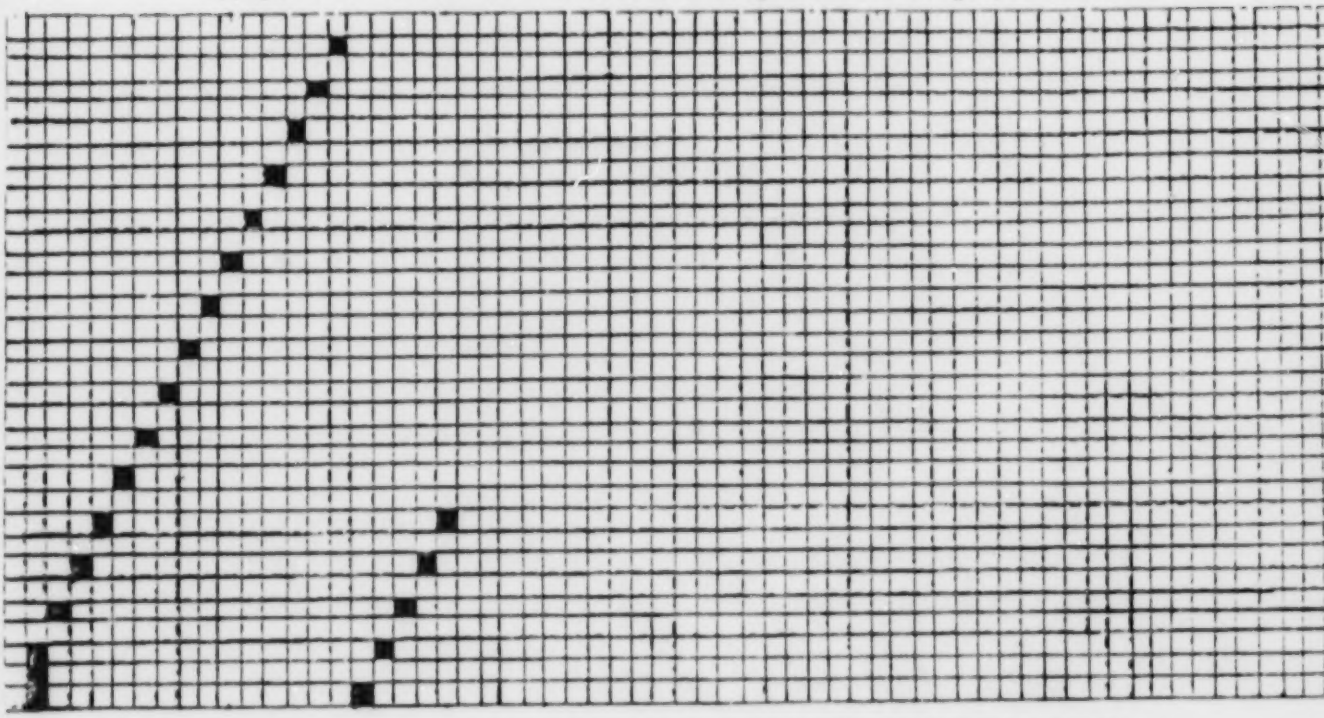
3. Effectuons les instructions suivantes:

A E1 E2 1

Nous obtenons la marche d'escalier suivante:



Appuyons maintenant sur la touche 5 et gardons le doigt posé dessus.



Seuls apparaissent les sommets de chaque marche de l'escalier. On a alors une suite de points alignés correspondant à l'inclinaison de l'escalier.

Lorsque les points atteignent le haut de l'écran, ils repartent au bas de l'écran et le processus se poursuit.

Le processus se termine lorsque l'on cesse d'appuyer sur la touche 5.

En résumé, nous disposons des commandes suivantes:

a) A, D ou E, x D ou E, y, z.
   (x, y, z sont des nombres compris entre 0 et F)
   Ceci permet de construire un escalier.

b) B, D ou E, x, D ou E, y, z.

Ceci permet de déplacer un point sans laisser de trace.

c) 8: efface le dernier escalier construit.

d) 0: replace le point clignotant à la position occupée avant le dernier escalier construit.

e) 1 et F: effacent tout.

f) 5 place des points correspondant au sommet de chaque marche de l'escalier engendré par la dernière marche produite par une commande du type a).

Nous possédons ainsi un petit langage permettant de réaliser des dessins sur l'écran.

II.- Pourquoi proposer une telle activité?

. Le code utilisé n'est pas choisi au hasard. Il colle de très près à la formalisation utilisée lorsqu'on fait de la géométrie dite "analytique", en particulier lorsque l'on utilise une approche vectorielle. Nous développerons cet aspect plus loin. Retenons pour l'instant que nous faisons UNE EXPLORATION d'un langage qui correspond de très près à la géométrie analytique qui sera vue plus tard. En particulier, nous explorons les notions suivantes:

  - Variables

  - Equations associées à un ensemble géométrique

  - Opérations sur les couples

  - Nombres négatifs

. Réaliser un dessin demande d'être capable de planifier son travail, de travailler longtemps sur un même sujet, sur des périodes pouvant aller jusqu'à quatre semaines. Peu d'activités scolaires ont ces propriétés.

. On peut espérer que la motivation des élèves sera grande, au moins pour deux raisons:

  - Les enfants de cet âge aiment beaucoup dessiner;

  - Le code à utiliser contient peu d'éléments, mais il demande beaucoup de réflexion pour le maîtriser. Il faut considérer cela comme un élément de motivation, car pour les enfants en dehors du cadre d'une matière scolaire il s'agit là d'un défi comme un autre.

III.- Rôle de l'ordinateur.

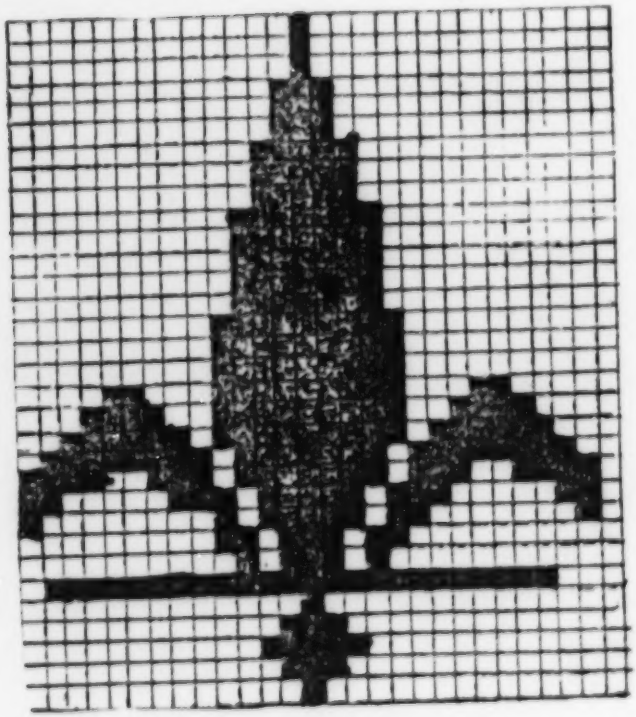
Qu'apporte l'utilisation de l'ordinateur du point de vue pédagogique?

. L'activité proposée donne aux élèves une possibilité d'exploration de notions considérées comme "abstraites". On ne leur parle pas de "coordonnées", de "variables", "d'équations de droite", de "pente de droite", de "produit d'un couple d'entier relatif par un nombre" séparément, mais on leur offre une activité qui permet d'explorer les notions précédentes. On peut supposer alors que le moment venu de parler aux élèves des notions précédentes, ils auront des souvenirs et une expérience à laquelle se référer qui leur permettra de donner un sens personnel aux définitions qu'on ne manquera pas de leur présenter. Grâce à ses possibilités d'animation, l'ordinateur offre une activité assez motivante pour que les enfants puissent travailler assez longtemps, et avec assez de liberté, pour que l'exploration soit efficace.

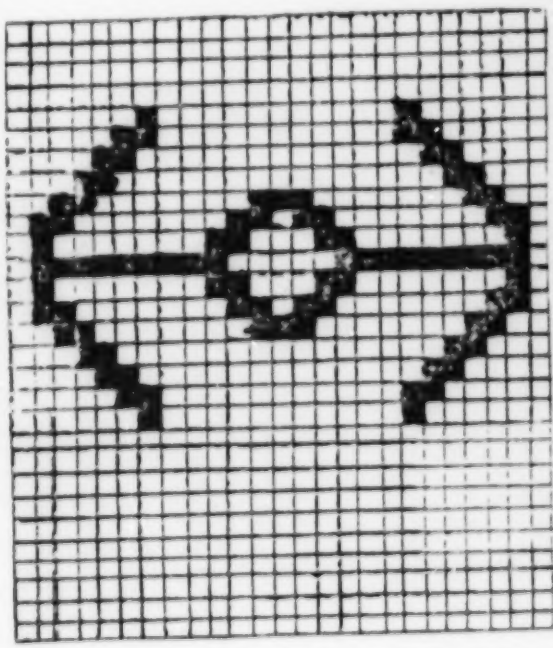
. Une autre caractéristique de l'ordinateur est de demander de maîtriser un langage pour créer quelque chose de concret. Ici, c'est le langage qui crée des objets géométriques. C'est en général le contraire qui se produit. On commence par tracer une droite, par exemple, et l'on montre que l'on peut associer une équation à cette droite. Pourquoi doit-on le faire? Pourquoi l'équation a telle ou telle forme? Ce sont des problèmes qui, finalement, ne concernent pas l'étudiant. Il l'apprend parce qu'il le veut bien, ou plutôt parce qu'il le faut.

Avec l'ordinateur, il doit écrire l'équation de la droite parce que c'est le seul moyen pour qu'elle apparaisse, et si l'équation n'est pas la bonne, c'est une autre droite qui apparaît, immédiatement. On doit maîtriser le langage pour maîtriser l'objet et l'on maîtrise le langage en créant l'objet. C'est, je crois, un apport fondamental de l'ordinateur comme instrument pédagogique.

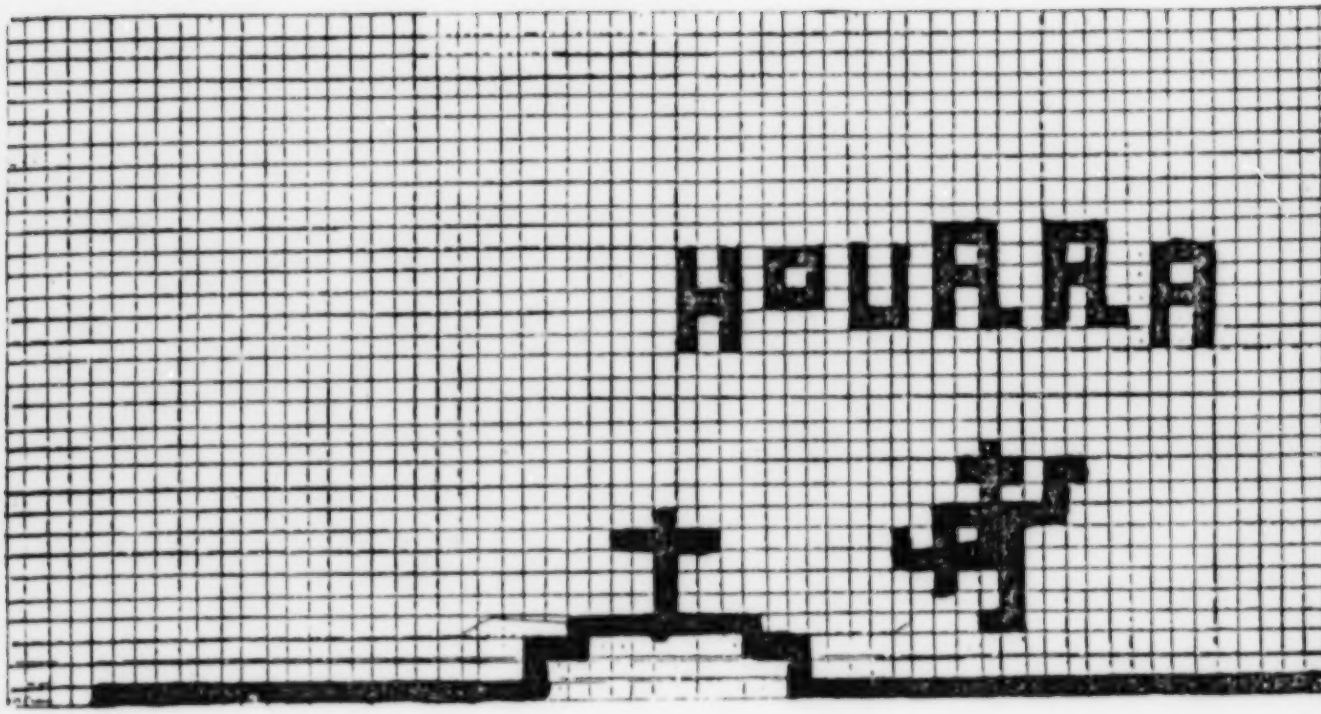
Exemples de dessins réalisés par les élèves:



Fleur de lys



Vaisseau spatial



Danse macabre

ACTIVITE NO 4: La couleur

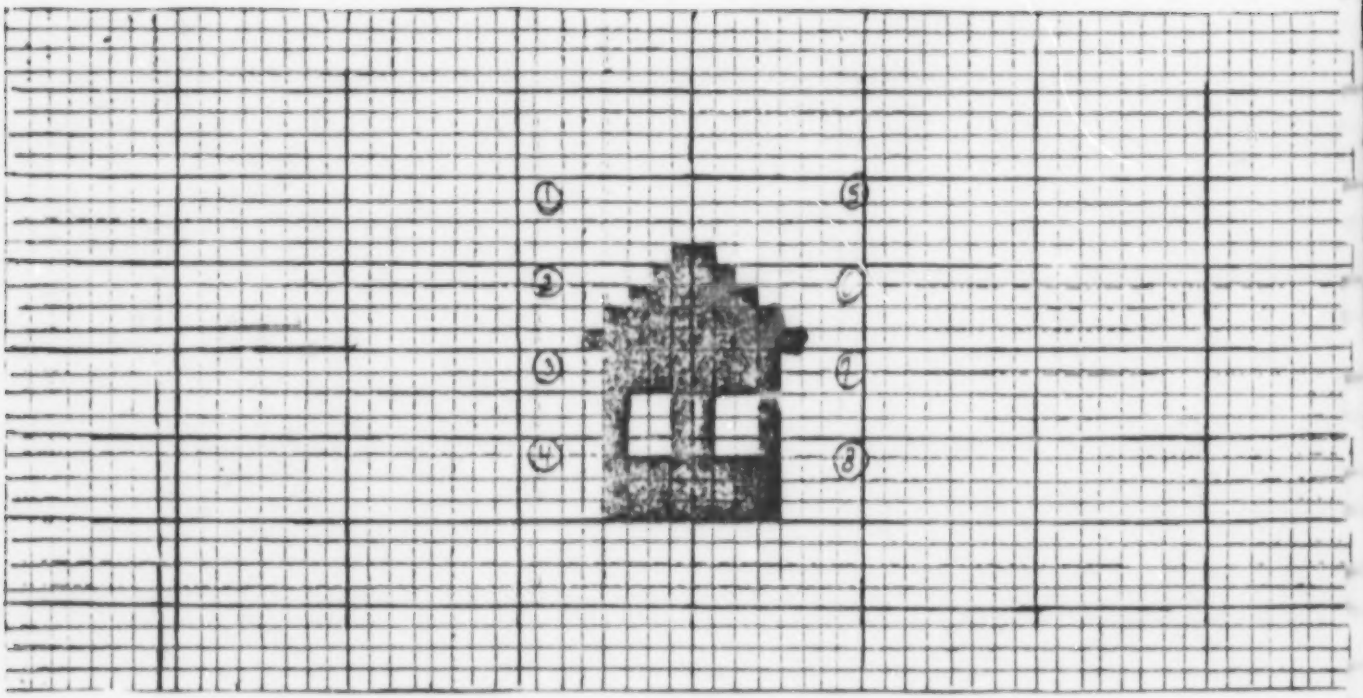
Un des deux ordinateurs de l'école Lalande offre la possibilité de placer différentes couleurs sur l'écran. Il est possible de changer la couleur du fond, et de colorer le dessin lui-même. Pour cela, il faut une "carte couleur", un téléviseur couleur, et utilise une version différente du langage CHIP 8 de l'ordinateur. La version du langage que j'ai utilisée est une peu différente de la version classique.

On pourra se reporter au manuel d'utilisation du COSMAC VIP pour o tenir les détails techniques. Je voudrais ici décrire l'approche dagogique que j'ai utilisée.

. QU'EST-IL POSSIBLE DE FAIRE?

L'écran est divisé en 64 rectangles. Chaque rectangle peut être cié à l'une des 8 couleurs disponibles. Un dessin prendra la cou du rectangle correspondant, par exemple:

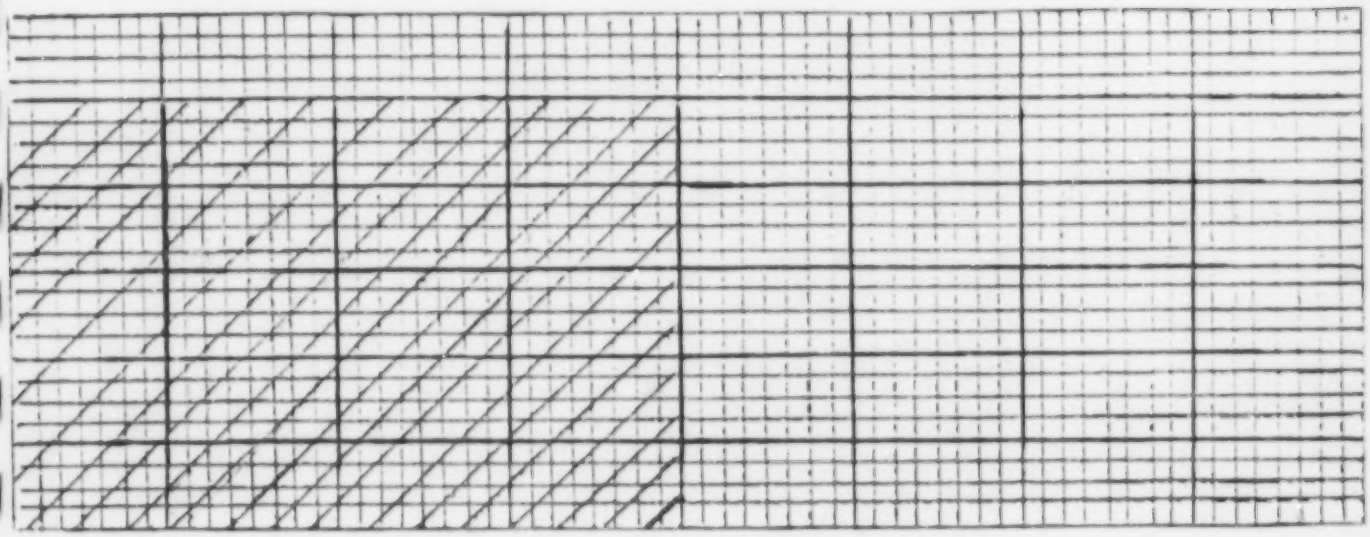
- Les rectangles ①, ②, ⑤, et ⑥, sont associés à la couleu ge, les rectangles ③ et ④ sont associés au bleu, les rectan ⑦ et ⑧ sont associés au vert. Nous avons dessiné une maison te maison aura donc un toit rouge, une moitié bleue, et une mo noire. Elle sera dessinée sur un fond bleu si aucune autre in tion n'est donnée.



On voit donc qu'il faut penser à la couleur <u>avant</u> de faire le dessin. Le problème est donc d'associer la couleur aux rectangles, ou aux groupes de rectangles.

. COMMENT LE FAIRE?

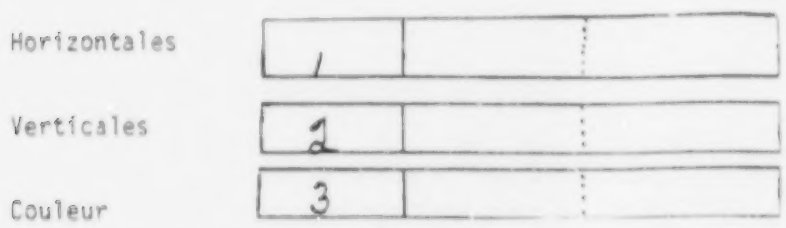
Exemple: Je veux associer la couleur rouge au rectangle hachuré.



Voici comment j'ai présenté les choses aux élèves:

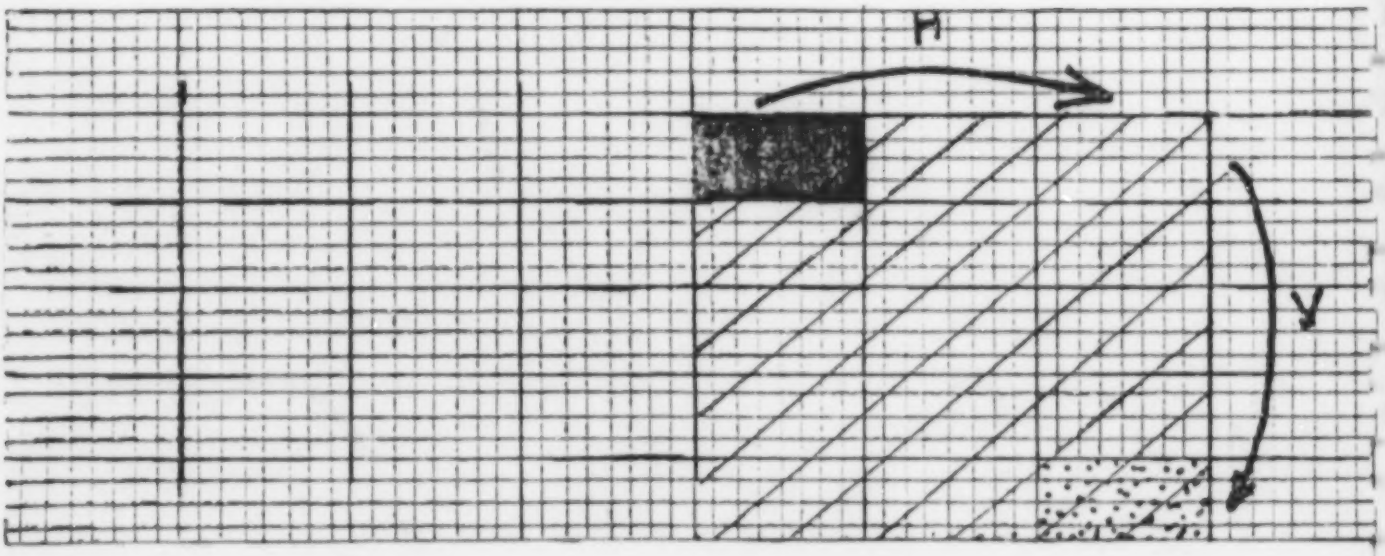
" Pour colorer ce grand rectangle, l'ordinateur met à notre disposition trois étiquettes "

- L'étiquette no 1, qui est l'étiquette des "horizontales"
- L'étiquette no 2, qui est l'étiquette des "verticales"
- L'étiquette no 3, qui est l'étiquette de la "couleur".
  On représente comme ceci les trois étiquettes:



Chaque étiquette peut porter deux chiffres.

Il faut d'abord décrire le rectangle hachuré.



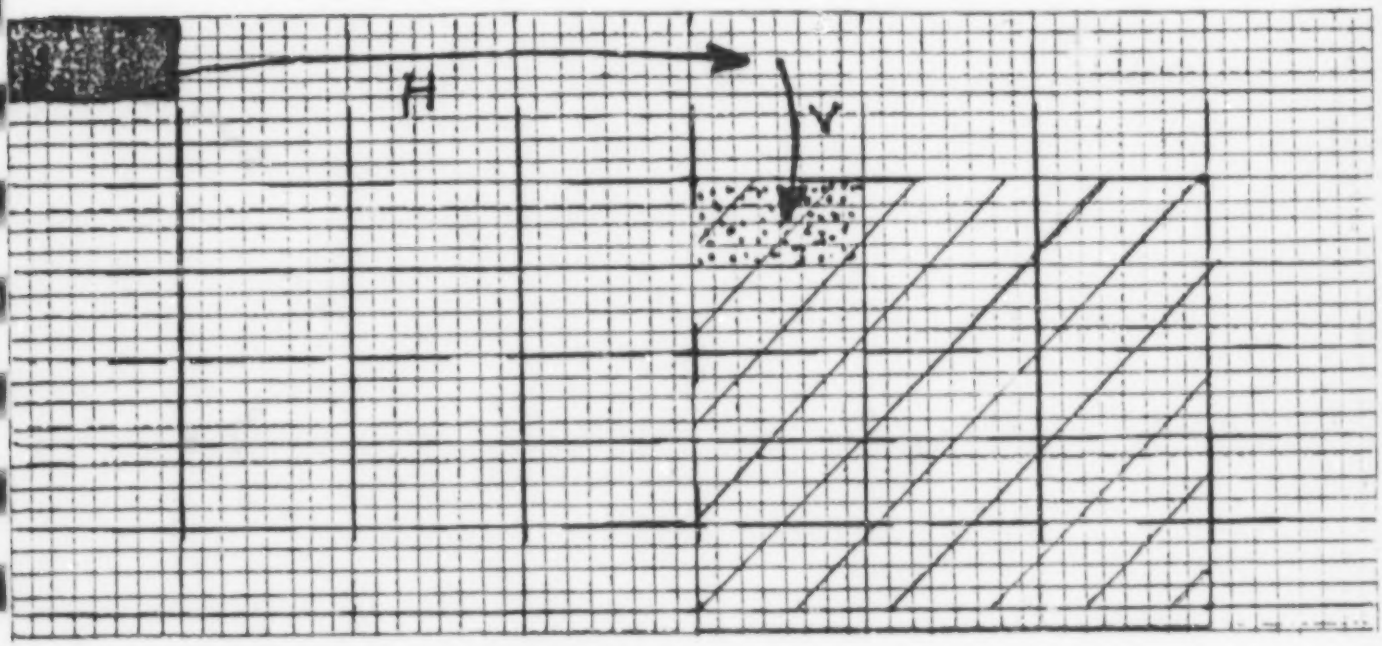
Pour cela on considère que le rectangle est situé en haut à gauche du rectangle hachuré. On lui fait subir le glissement horizontal H, suivi du glissement vertical V, ce qui permet de le conduire en bas à droite du rectangle hachuré. Il suffit de décrire ces deux mouvements H et V pour décrire les dimensions du rectangle.

- Mouvement H: Il faut pousser le rectangle noir de deux cases.
  2 H
- Mouvement V: Il faut pousser le rectangle de quatre cases.
  4 V
- On remplit ainsi la première colonne des étiquettes 1 et 2.

1	2
2	4
3	

Maintenant que les dimensions du rectangle sont décrites de façon compréhensible pour l'ordinateur, il faut pouvoir indiquer la position de ce grand rectangle coloré dans l'écran. On va procéder de façon semblable à celle que nous avons utilisée.

Le rectangle est hachuré:



Pour déterminer la position de ce rectangle hachuré, nous allons décrire le mouvement qui conduirait le rectangle noir dans la position occupée par le rectangle situé dans le coin supérieur gauche du rectangle hachuré (voir le dessin).

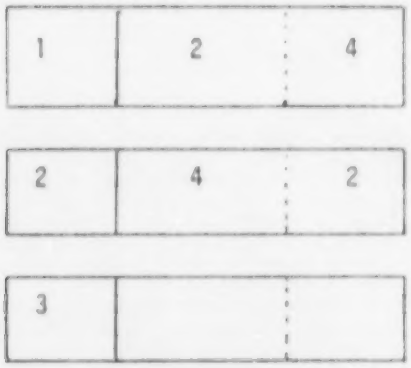
- Le mouvement H: Il faut pousser le rectangle noir de 4 cases:

  4 ⟶ H

- Le mouvement V: Il faut pousser le rectangle de 2 cases:

  2 ⟶ V

On remplit ainsi la deuxième colonne des étiquettes 1 et 2.



Dans l'étiquette no 3, nous plaçons un nombre correspondant à la couleur désirée selon le code suivant:

0:	Noir	4:	Vert
1:	Rouge	5:	Jaune
2:	Bleu	6:	Turquoise
3:	Violet	7:	Blanc

. ECRITURE DU PROGRAMME

Pour placer le nombre 24 sur l'étiquette no 1, on utilise le format suivant:

6 1 2 4

Pour donner instruction de colorer le rectangle en utilisant les données contenues dans les étiquettes (ou vecteurs) no. 1, 2 et 3 on utilise le format:

B130

Enfin on terminera le programme par l'instruction.

1 3 5 0

qui renvoie l'ordinateur à la case mémoire 0350 (1 = goto)
(Ceci n'est valable que si l'on utilise le programme "dessin" ou le programme "mouvement" placés en mémoire à 0350).

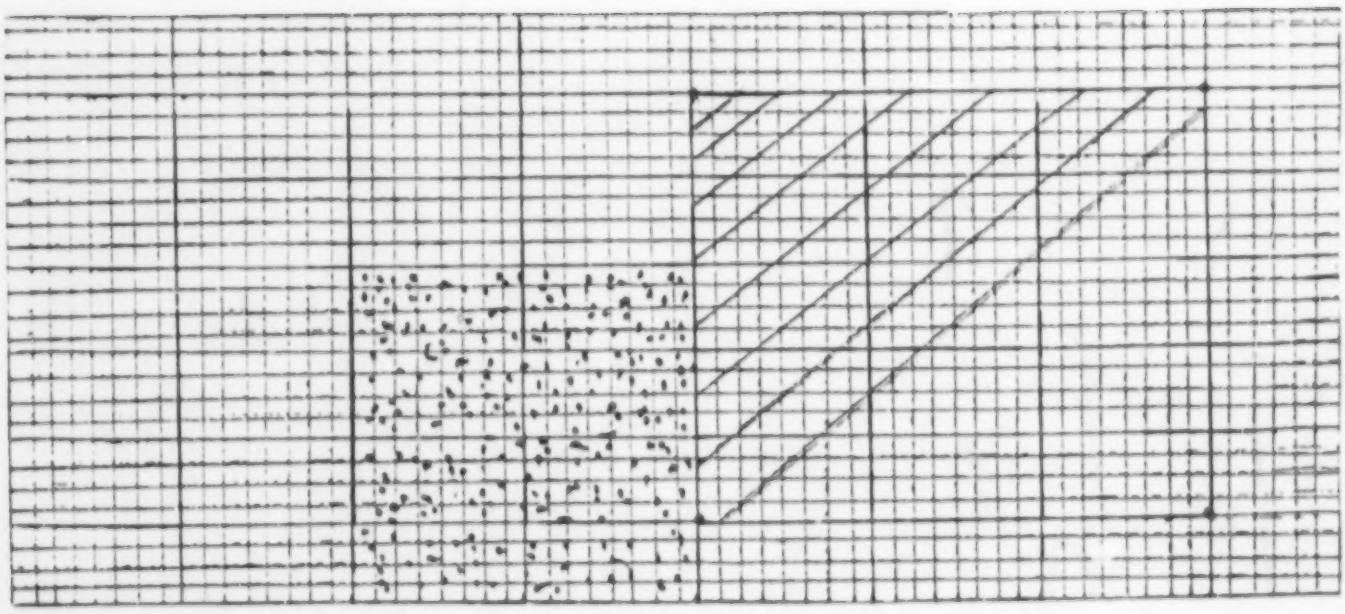
Le programme couleur peut être lui aussi placé à l'adresse 0800.

On obtient donc:

0800	6124
0802	6242
0804	6301
0806	B130
0808	1350

Imaginons que tout dessin placé sur le rectangle pointillé soit coloré en vert. Le programme correspondant sera:

6112
6233
6304
B130
1350



La première ligne de ce programme devra être placée à la place de la dernière ligne du programme qui a été le dernier entré. Dans cet exemple il faudra placer l'instruction 6112 à l'adresse 0808. L'ensemble du programme, pour les deux rectangles, sera donc:

0800	6124	Premier rectangle
0802	6242	
0804	6301	
0806	B130	
0808	6112	Deuxième rectangle
080A	6233	
080C	6304	
080E	B130	
0810	1350	renvoie au programme dessin.

Pour plus de renseignements pour la couleur, il est bon de se reporter au guide fourni par le constructeur. On y verra comment changer le fond sur lequel on dessine.

. POURQUOI PROPOSER UNE TELLE ACTIVITE?

. Motivation: les couleurs sont belles et pouvoir colorer ses dessins est particulièrement attirant.

. Il y a deux difficultés à surmonter:

1. Il faut planifier le dessin en fonction des couleurs que l'on veut utiliser.

2. Il faut programmer. Pour cela il faut comprendre la procédure ci-dessus.

. Cette activité devrait augmenter les capacités de planification des enfants, tout en leur fournissant les premiers rudiments de programmation.

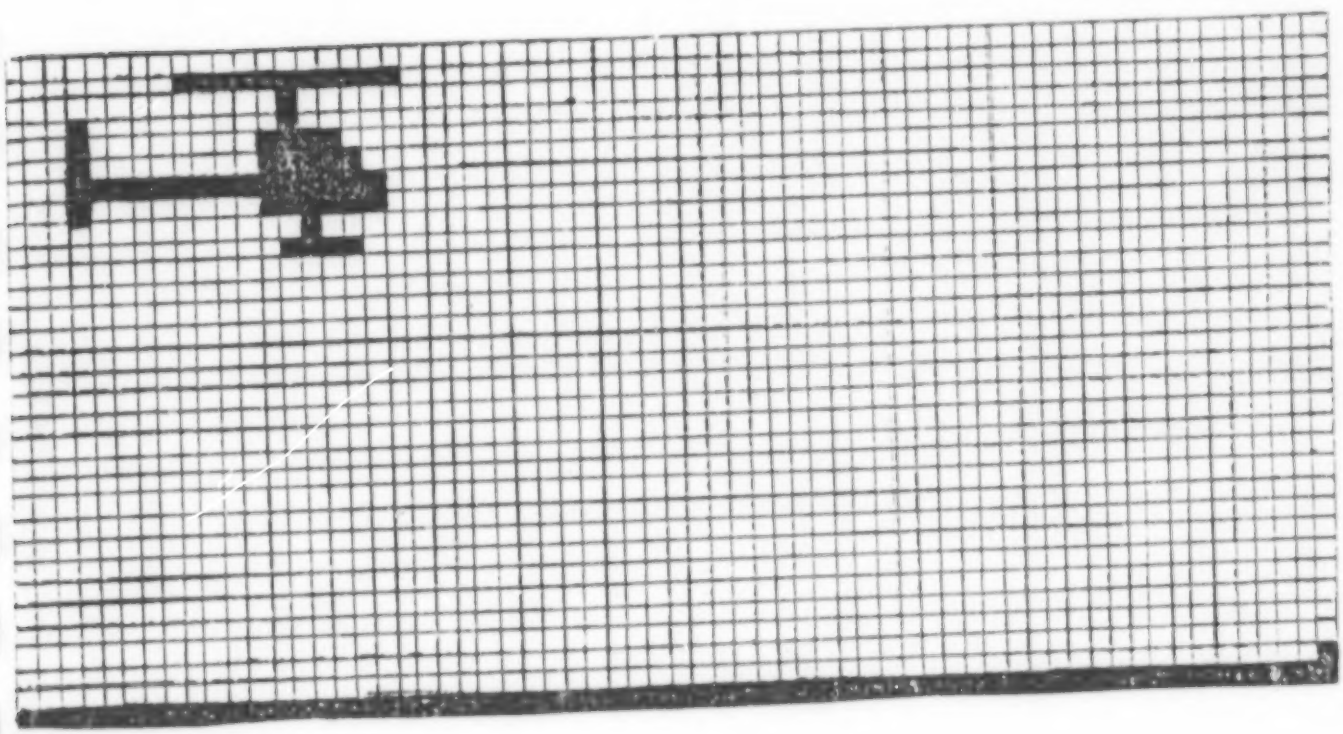
. Les élèves doivent utiliser de nouvelles techniques de repérage relié aux translations.

ACTIVITE NO 5: Le mouvement

I- DESCRIPTION DE L'ACTIVITE:

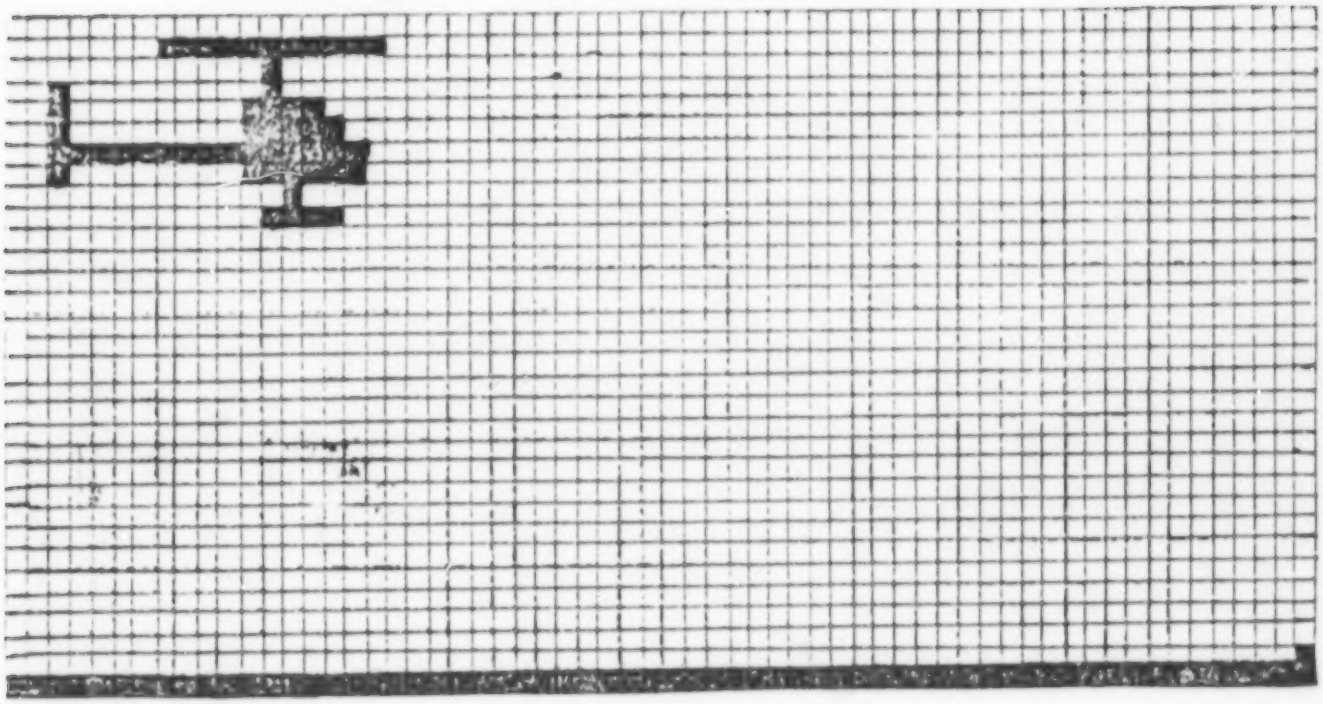
Il va maintenant être possible pour les enfants d'animer leurs dessins. Voici la procédure qu'ils vont devoir suivre.

1.- Ils vont réaliser un dessin comprenant les divers éléments qu'ils désirent voir entrer dans leur animation. Voici par exemple un hélicoptère et la piste.

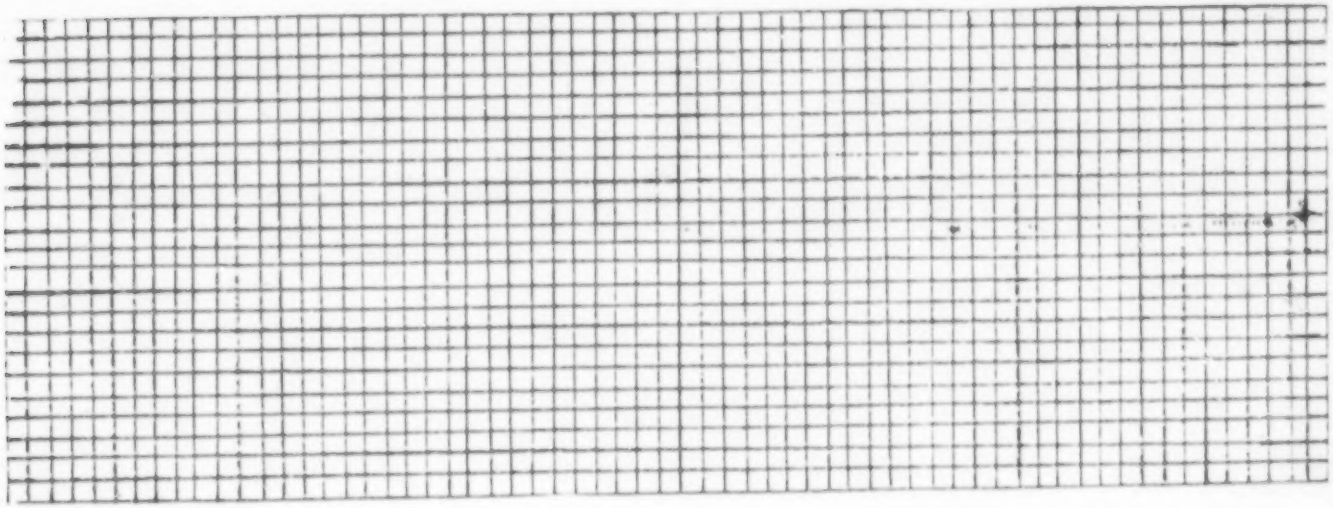


2.- Imaginons maintenant que l'ordinateur peut montrer deux écrans différents.

a) (écran qui contient le dessin initial (l'écran "mémoire" en fait situé en page 5. Nous l'appellerons (écran A))

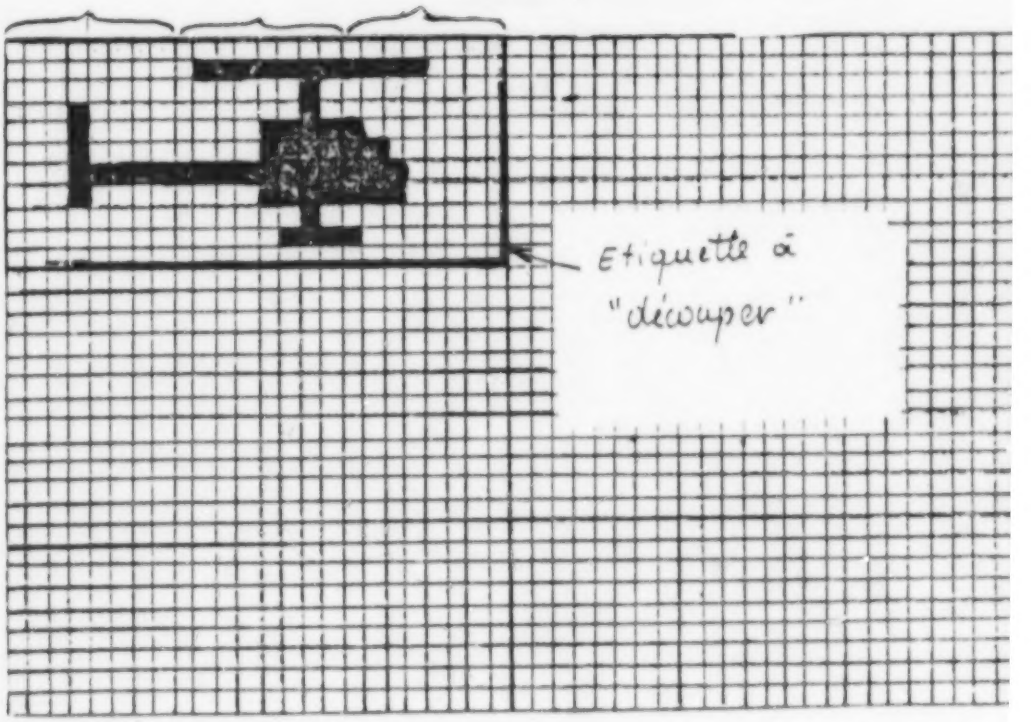


b) celui qui sera le théâtre de l'animation.
(Pour le moment, il n'y a rien encore). C'est (l'écran B).

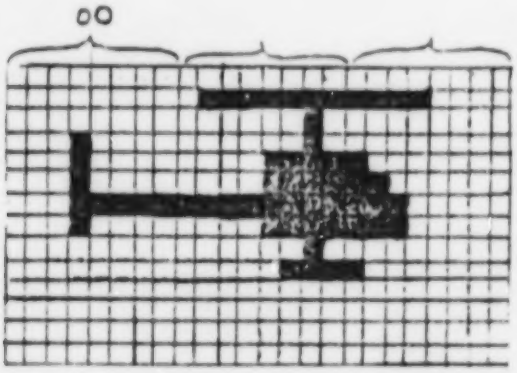


Lorsqu'on ouvre l'ordinateur, c'est l'écran B que l'on voit.
appuye sur la touche 5, c'est l'écran A qui apparaît.

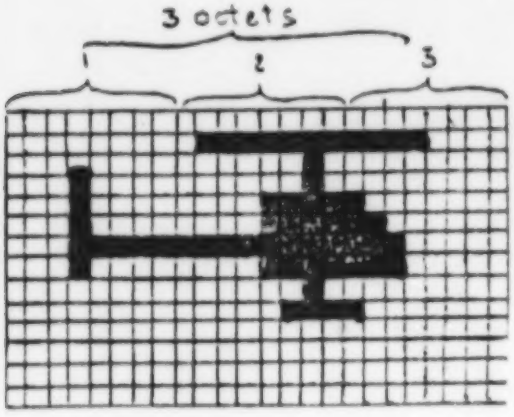
Nous allons d'abord transporter les dessins qui nous intéres
l'écran A à l'écran B. Supposons que nous voulions faire ap
l'hélicoptère sur l'écran B. Nous allons d'abord "découper"
étiquette sur l'écran A.



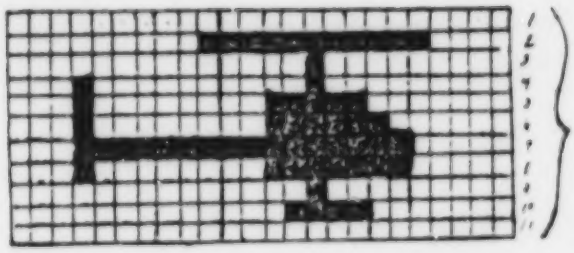
A) Pour cela, nous allons indiquer les deux derniers chiffres de l'octet situé dans le coin gauche de l'étiquette (voir rapport no 1 pour avoir plus de précision sur ces adresses, ainsi que le guide d'utilisation).



B) Ensuite nous indiquons le nombre d'octets contenus dans la largeur de l'étiquette. Une étiquette doit donc avoir un nombre entier d'octets en largeur. (le maximum est 7 octets).



C) Enfin, il faut indiquer le nombre de lignes constituant la hauteur de l'étiquette.

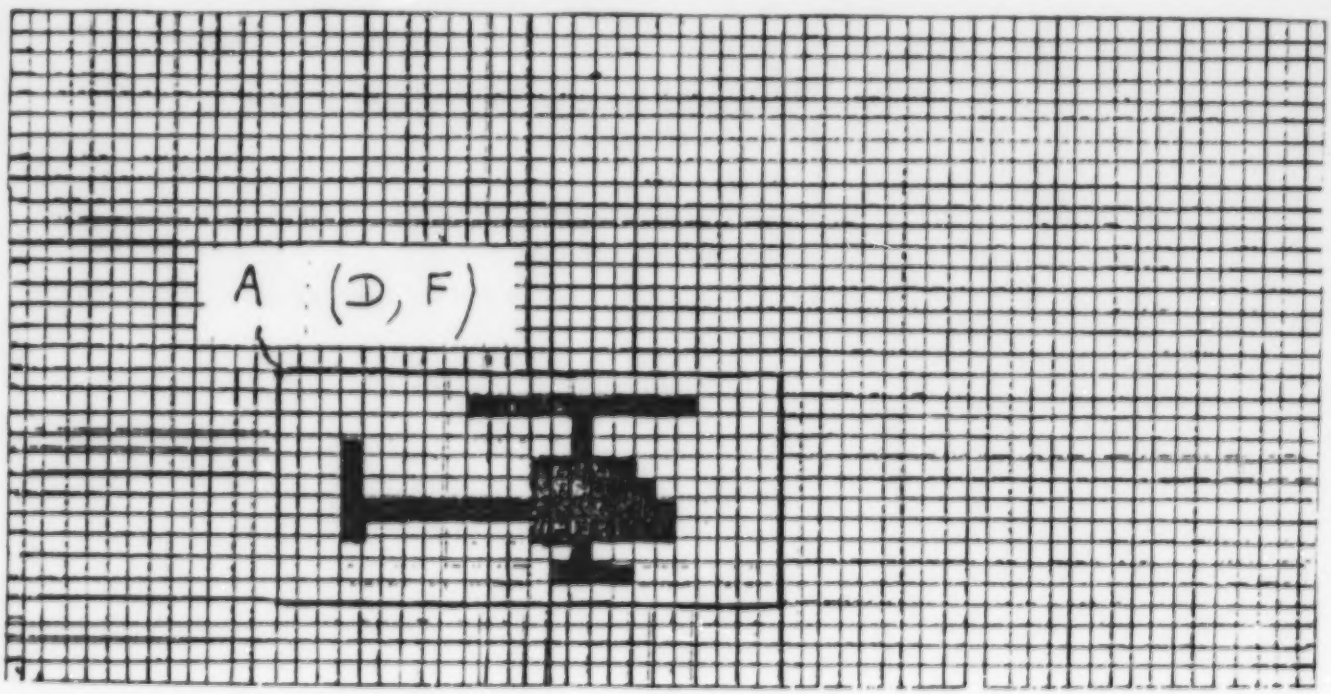


11 lignes soit
0B en hexadécimal

Ceci détermine complètement l'étiquette.

Ceci étant fait, il faut maintenant indiquer à l'ordinateur où faire apparaître l'étiquette sur l'écran B.

Supposons que nous voulions faire apparaître l'étiquette à l'emplacement indiqué ci-dessous:



Il faut pour cela indiquer les coordonnées du point A (coin gauche supérieur de l'étiquette) dans le repère habituel, représenté sur le dessin ci-dessus. Rappelons que les coordonnées sont écrites en hexadécimal.

RESUME

Pour faire apparaître l'hélicoptère sur l'écran, on commence d'abord par "découper" une étiquette portant l'hélicoptère.

Données à fournir pour l'exemple choisi.

```
0  0
 3
0  B
```

Puis on indique où cette "étiquette" doit être placée sur l'écran.

Données à fournir.

```
0  0

0  F
```

3.- PROGRAMMATION

Après que les enfants se seront habitués à déplacer "manuellement" leur dessin, il leur sera possible de programmer le mouvement. Pour cela, ils devront utiliser les instructions suivantes:

6 N x y, ce qui permet de placer x y dans la variable N.

2 4 F 2, ce qui permet de faire apparaître une étiquette dans une position donnée, dans l'écran du mouvement.

2 3 B 0, ce qui fait que le mouvement va se produire, en utilisant les coordonnées placées dans les variables 4, 5, et B.

1 3 7 6, ce qui fait que l'on peut faire bouger manuellement le dernier dessin apparu sur l'écran.

1 3 5 0, ce qui fait qu'on peut manuellement faire apparaître un nouveau dessin sur l'écran.

1 x y z qui fait que l'ordinateur retourne à l'adresse xyz.

L'utilisation pratique de ces instructions est donnée dans le guide d'utilisation.

II.- POURQUOI PROPOSER UNE TELLE ACTIVITE?

MOTIVATION: La possibilité d'animer leur dessin est une idée qui plaît beaucoup aux enfants.

POSSIBILITE DE RESOUDRE UN PROBLEME IMPORTANT:

Pour parvenir à programmer le déplacement d'un dessin, il faudra plusieurs heures de travail. La réussite d'un travail de cette importance devrait favoriser la confiance en eux et l'autonomie des élèves.

EXPLORATION DU PLAN CARTESIEN:

Les enfants doivent maîtriser deux systèmes de repérage différents: celui permettant de "découper" l'étiquette, et celui permettant de la placer sur l'écran. Ils doivent ensuite utiliser des translations à travers le formalisme imposé par le langage.

Ils pénètrent dans le domaine de l'animation: la succession rapide d'images permet de donner l'impression du mouvement.

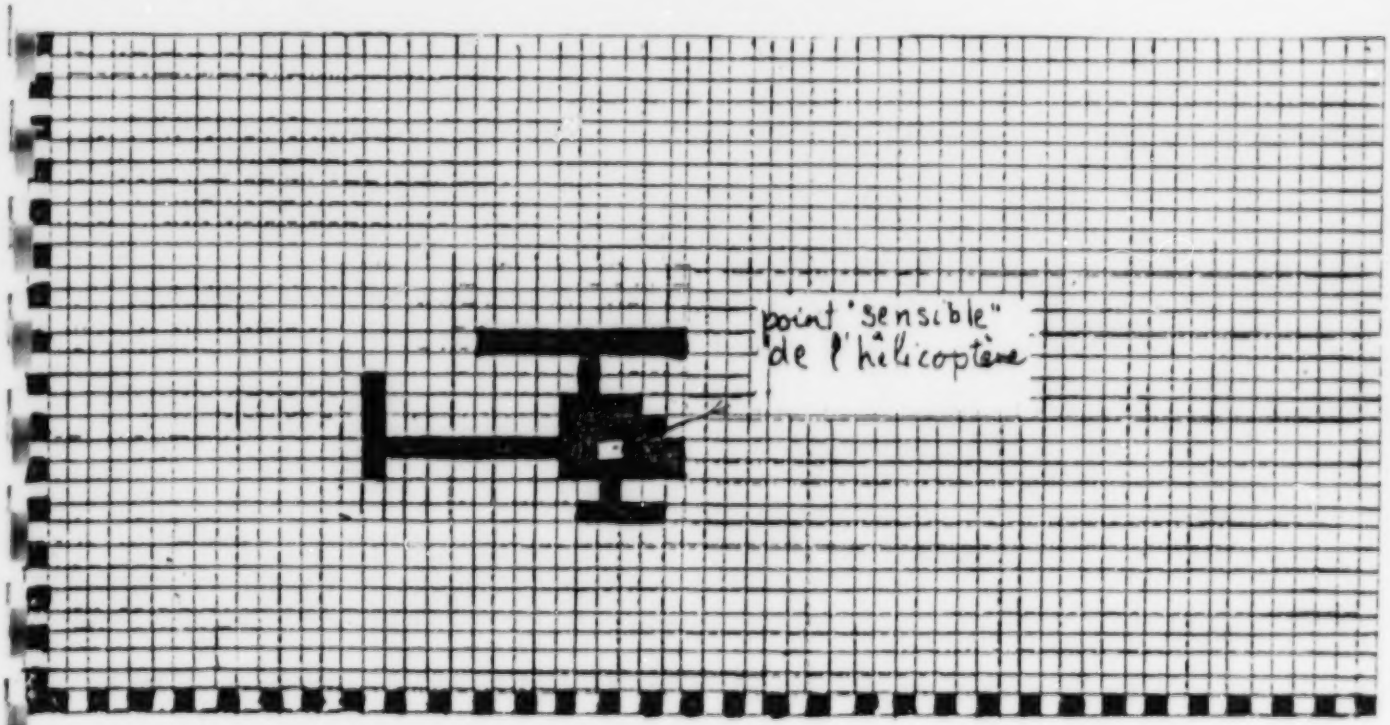
Ils explorent le concept de vitesse: les images apparaissent à intervalles de temps constants. Si la distance séparant l'apparition de deux images successives est plus grande, l'impression de vitesse sera plus grande.

Ils programment: en particulier ils réalisent des boucles, rentrent des données.

ACTIVITE NO 6: L'attaque de l'hélicoptère.

I.- DESCRIPTION DU JEU ET PRESENTATION AUX ELEVES.

On voit un hélicoptère se déplacer sur l'écran, puis s'immobiliser. L'hélice tourne et un point clignote. Le but du jeu est d'atteindre ce point clignotant au moyen d'un canon situé au point de coordonnées (0, 0).

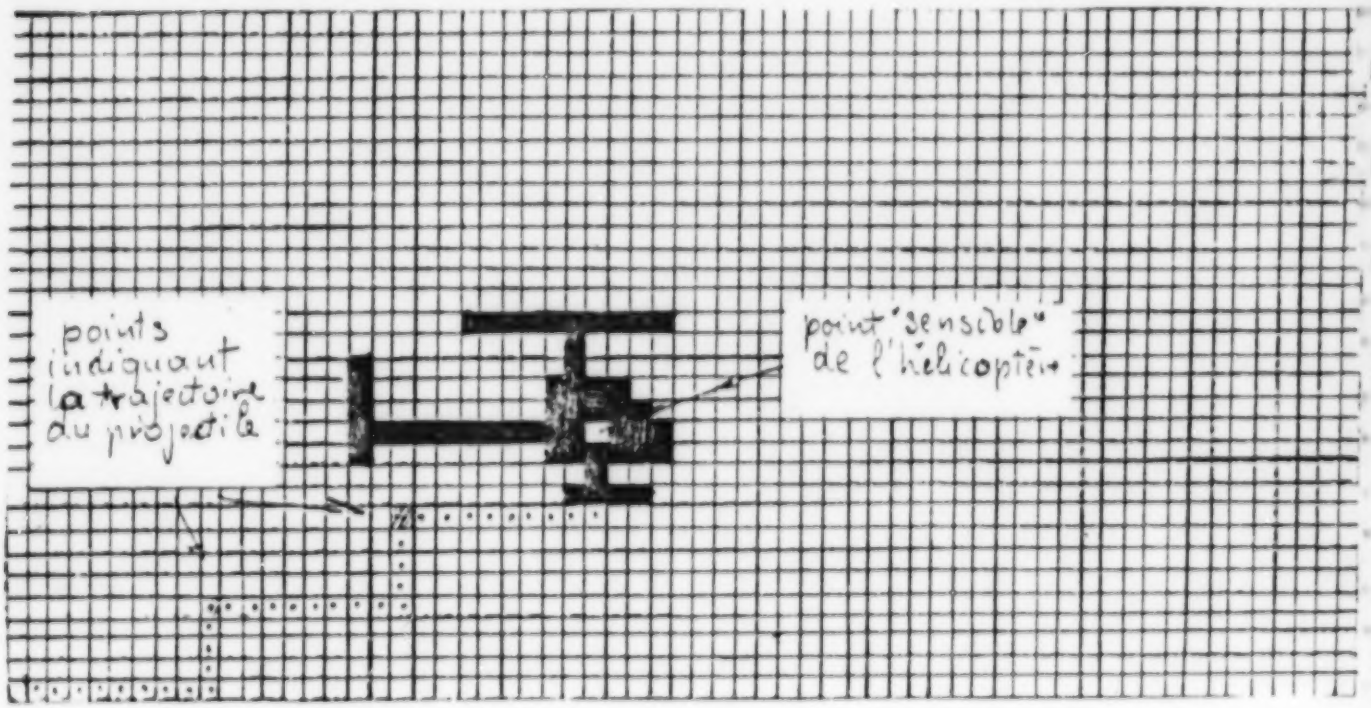


Si l'on pèse sur la touche (0), on voit les coordonnées du point sensible de l'hélicoptère. Dans l'exemple ci-dessus, ses coordonnées sont: (27, 12).

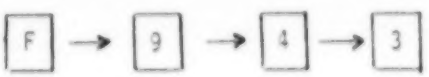
Voici comment j'ai présenté la façon de tirer du canon:

"Le canon fonctionne d'une façon un peu spéciale: la bombe, au lieu d'aller tout droit, suit une trajectoire en escalier et elle ne peut exploser que lorsqu'elle arrive au sommet de l'escalier. Pour faire partir le canon, il faut donc lui donner 3 nombres. Le premier correspond au giron (longueur de la marche), le second à la marche, le troisième au nombre de marches".

Le problème revient donc à construire un escalier partant de l'origine des coordonnées et se terminant au point sensible de l'hélicoptère.



Dans notre exemple si l'on tape:



on obtient la trajectoire représentée sur le dessin:
Un escalier de 3 marches (avant de rentrer les 3 nombres, il faut peser sur la touche [F] pour indiquer que l'on désire tirer).

Il est possible qu'on ne puisse pas trouver un escalier comme dans le cas de notre exemple. Si les coordonnées avaient été 24, 27, il ne serait pas possible de construire un escalier.

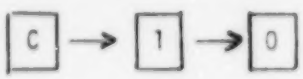
J'indique alors aux élèves qu'il est peut être possible de s'arranger. "si nous avions 24, 16, tout serait facile. Dans ce cas, quels sont les nombres qui permettraient d'atteindre l'hélicoptère?".

Réponse: " 6, 4, 4"

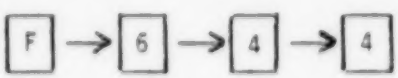
"Eh bien, nous pouvons déplacer légèrement le canon, pour que les coordonnées du point deviennent (24,16). Où faudrait-il placer le canon?"

Au bout d'un certain nombre de tâtonnements, ils placent le canon à l'endroit favorable (le déplacement maximum est de 2 dans chaque sens).

Il faut donc pousser le canon de 1 vers la droite, sans le pousser vers le haut. On va donc écrire:



(C indique qu'on veut déplacer le canon).
Ensuite il reste à rentrer:



Je fais trois ou quatre expériences avec eux. A partir de là, ils sont capables de travailler seuls.

En cinquième et sixième année, l'aspect géométrique du problème (recherche d'un escalier) les aide beaucoup à trouver les trois nombres. Il n'est d'ailleurs possible de leur poser ce problème que parce qu'ils ont fait les dessins auparavant en utilisant les escaliers.

Il est possible de présenter cette activité parallèlement avec les autres activités. Certains abordent cette activité comme un simple jeu. Cependant, ils comprennent vite qu'il y a des mathématiques derrière. Le jeu est considéré par les élèves comme la plus mathématique de toutes les activités proposées autour de l'ordinateur.

Le jeu a particulièrement bien fonctionné avec des élèves considérés comme "intelligents, mais paresseux" par le professeur régulier.

II.- POURQUOI PRESENTER UNE TELLE ACTIVITE?

Activité d'un style différent: il s'agit d'un jeu. Il semble important de varier les styles. Certains élèves étaient heureux de rencontrer quelque chose de plus reposant, du moins en apparence.

De nombreuses notions peuvent découler de cette activité: On peut utiliser les images et techniques abordées par les élèves pendant ce jeu pour aborder ensuite, par exemple:

- Notion de pente;
- Résolution de problèmes de règles de trois;
- Produit d'un vecteur par un nombre;
- Effet d'une translation de l'origine des axes sur les coordonnées d'un point;
- Recherche des diviseurs communs et du P.G.C.D., etc...

Pour plus de précisions, on pourra se reporter au chapitre suivant: les mathématiques explorées en 6e année grâce à l'ordinateur.

Cette activité constitue une activité "réciproque" de celle réalisée à l'aide des escaliers pour faire des dessins.

CHAPITRE 3.

LES MATHEMATIQUES EXPLOREES EN 6IEME ANNEE GRACE A L'ORDINATEUR.

. On a regroupé quelques résultats mathématiques faciles à tirer après que les élèves ont réalisé les activités décrites dans les rapports d'expérimentation. Cette liste n'est pas complète et ce ne sont là que quelques exemples. Le but de l'exploration n'est pas d'arriver à ces résultats-là. Il s'agit de fournir aux élèves assez de possibilités d'exploration pour que les résultats qui suivent soient facilement obtenus. Il ne faut pas oublier non plus que le but du travail sur l'ordinateur n'était pas seulement d'obtenir des résultats du point de vue mathématique. Il s'agissait aussi de permettre aux élèves une certaine créativité, d'exercer leur autonomie, de les amener à effectuer des travaux de longue haleine, où ils auront à planifier, à organiser leur travail. Il s'agissait aussi de leur fournir quelques éléments de programmation, et de comprendre certaines techniques d'animation.

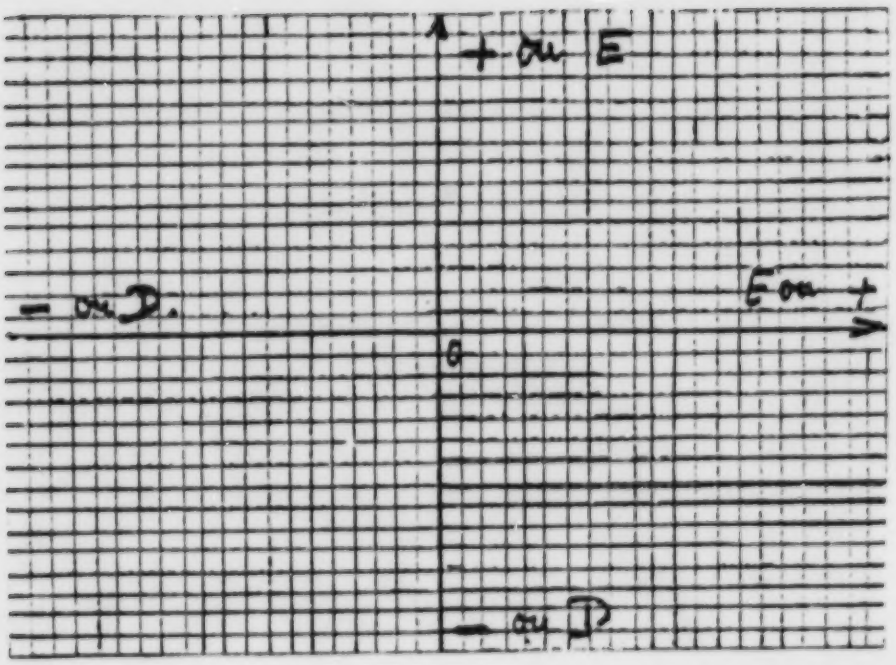
I.- LES ESCALIERS

1. ORIENTATION:

Pour construire un escalier, on utilise le code:

A $\begin{Bmatrix} E \\ \text{ou} \\ D \end{Bmatrix}$ x $\begin{Bmatrix} E \\ \text{ou} \\ D \end{Bmatrix}$ y z

E correspond au sens positif habituel, D au sens négatif.



2.- L'INCLINAISON - LA PENTE:

. Le code:

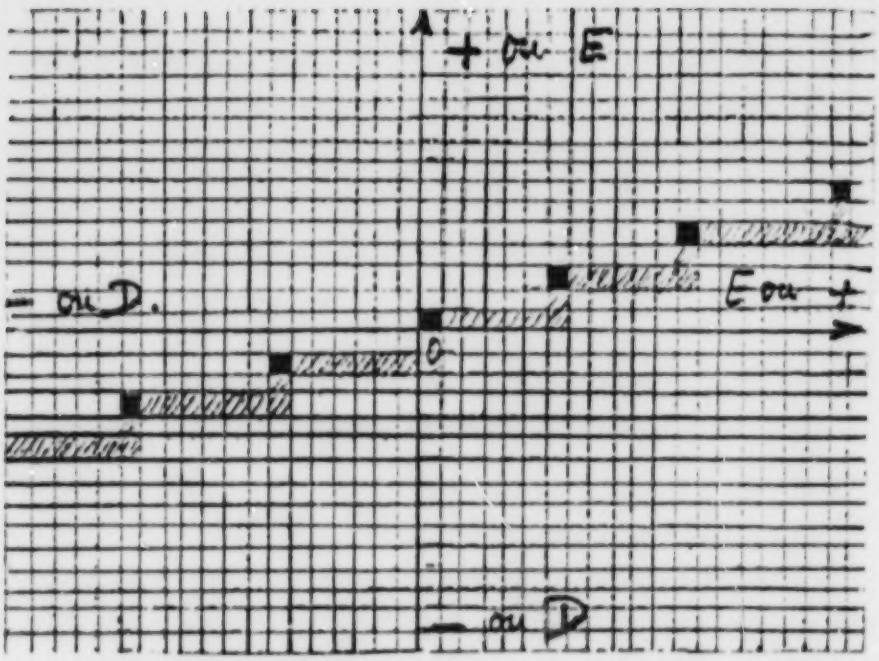
A - E x E x y
ou ou
D D

permet de construire un escalier.

. Le code

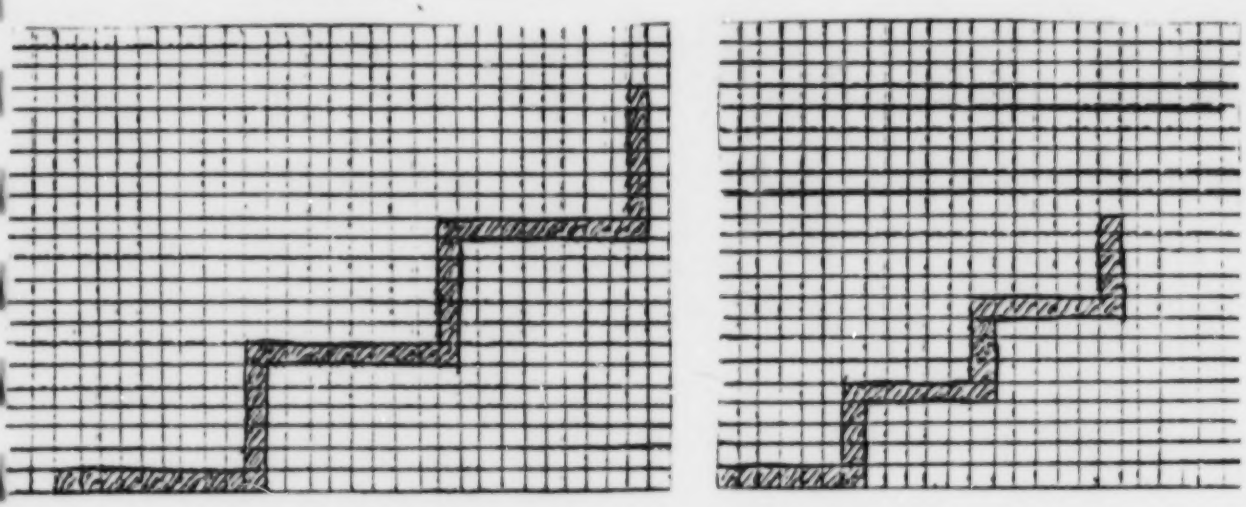
C E x E x y
ou ou
D D

met en évidence l'inclinaison de l'escalier en alignant des points. On peut dire que l'inclinaison de l'escalier correspond à la droite passant par ces points.



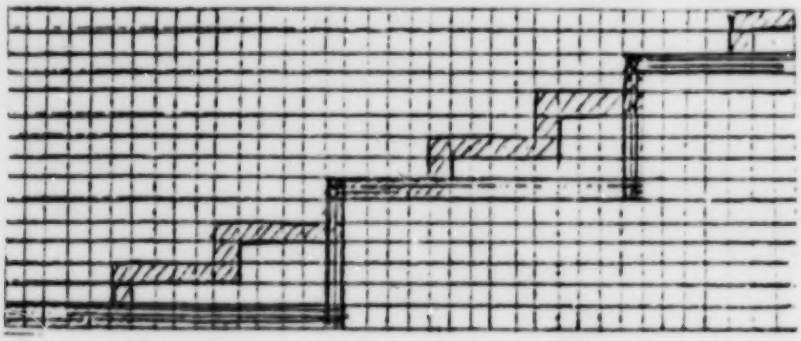
(hachuré: l'escalier. L'option C laisse des points au sommet des marches).

. Plusieurs escaliers peuvent avoir la même inclinaison. Il suffit qu'ils soient construits à partir de deux marches dont les dimensions soient proportionnelles.



On peut représenter une marche par un couple: les marches (-6, -4) et (-9, -6) engendrent des escaliers de même inclinaison.

Si l'on a construit un escalier à partir d'une marche (a,b), un escalier construit à partir d'une marche (na,nb) aura même inclinaison. Le dessin suivant le montre:

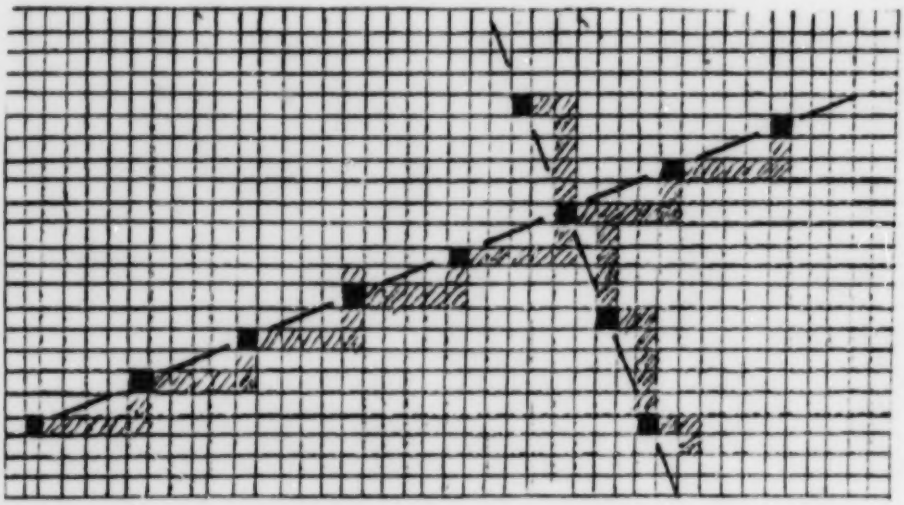


les marches (5,2) et (5x3, 2x3) engendrent des escaliers ayant même inclinaison.

La pente d'un escalier mesure son taux d'inclinaison. Une seule marche détermine l'inclinaison de l'escalier. La pente peut alors être définie comme étant le rapport de la hauteur d'une marche à sa longueur.

3.- CONSTRUCTION D'ANGLES:

En faisant leurs dessins, les enfants ont quelquefois besoin de tracer deux escaliers dont les inclinaisons sont perpendiculaires:



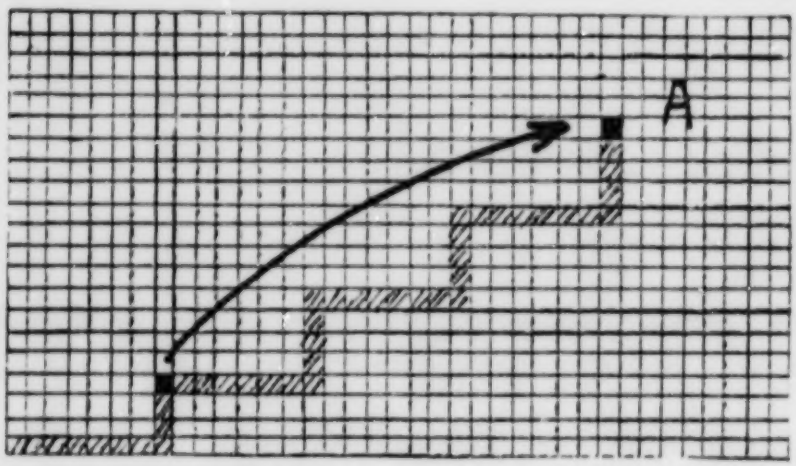
Si le premier escalier est tracé à partir d'une marche de la forme E x, Ey, le second devra être construit à partir d'une marche du type Ey, Dx ou Dy, Ex. On explore ainsi un célèbre théorème sur le produit des pentes de droites perpendiculaires.

4.- ASPECT VECTORIEL:

Une marche "engendre" un escalier. A partir de la marche (Ex, Ey), on peut construire un escalier grâce à l'instruction:

A Ex Ey z

Les coordonnées du sommet de l'escalier sont (x.z, y.z).



La marche est de la forme (7,4). L'escalier possède 4 marches, les coordonnées du point A: (7,4) x 4

Le problème de l'hélicoptère à abattre est le problème réciproque du précédent. Il pourrait s'énoncer de la façon suivante:

Etant donné un couple (a,b), trouver un couple (c,d) tel qu'il existe n tel que:

cxn = a dxn = b

(les nombres sont des entiers).
Les "escaliers" et les marches d'escaliers permettent de présenter ce problème de façon concrète.

5.- REGLE DE TROIS:

Résoudre une règle de trois, c'est trouver un nombre x, connaissant trois nombres (a, b, c) de telle façon que (a, x) et (b, c) soient des couples dit "proportionnels" (ou (x, a) (b, c) ou (a, b) (x, c) etc...).

Ce problème s'interprète aussi en terme de marches, d'escaliers, d'inclinaison et de pente.

6.- EQUATION D'UN ENSEMBLE DE POINTS:

Voici quelques exemples.

. Au lieu d'obtenir un escalier, on obtient une droite parallèle à l'axe des x en rentrant une instruction de la forme.

A E ou D x E ou D o z

Soit en faisant y = 0

. On obtient une droite parallèle à l'axe des y en faisant x = 0. Si on fait y = x, en tapant une instruction: C Ax Ax z, on obtient une suite de points alignés sur la première bissectrice des axes.

7.- SYMETRIES:

Pour obtenir un escalier symétrique par rapport à un axe parallèle à l'axe des x de l'escalier:

A Ex Dy z

Il faut taper:

A Ex Ey z

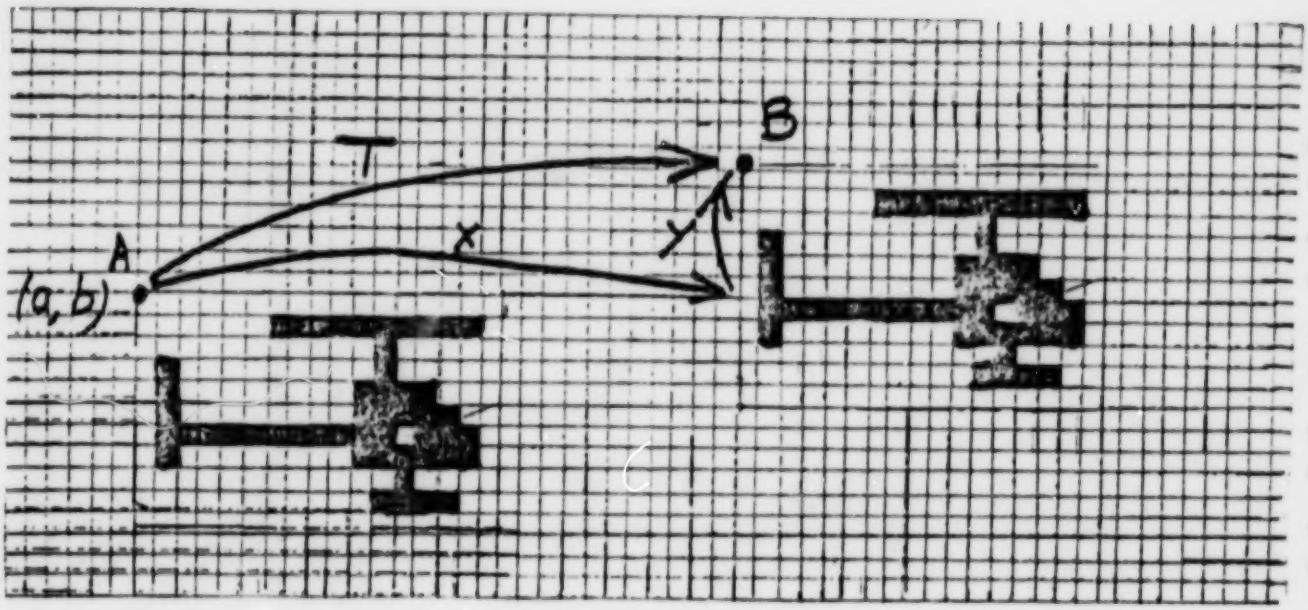
(changer le signe de la deuxième coordonnée).

En changeant le signe de la première coordonnée, on obtient un escalier symétrique par rapport à un axe vertical.

Les instructions nécessaires à la construction d'un dessin étant données, si l'on change tous les E pour des D et les D pour des E, on obtient un dessin déduit du premier par une symétrie centrale.

II.- LE MOUVEMENT DE L'HELICOPTERE.

1. Notation d'une translation:



La translation T peut se représenter par (X,Y)

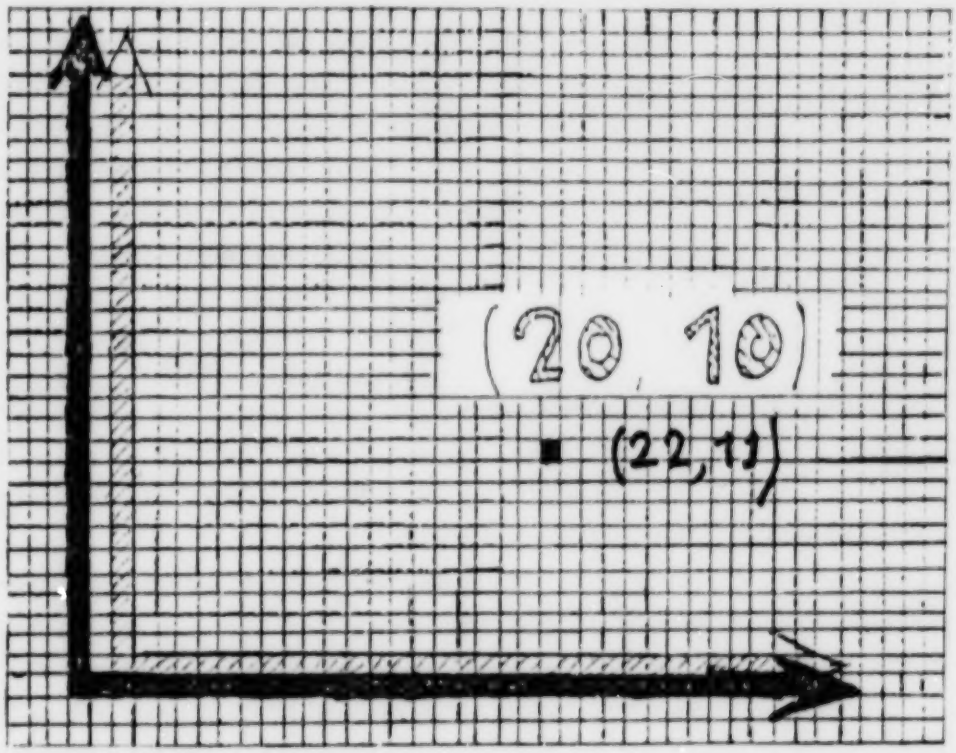
Si les coordonnées du point A sont (a,b), les coordonnées du point B sont (a + x, b + y).

2. Vitesse:

La vitesse est proportionnelle à la distance parcourue pendant l'unité de temps.

3.- Changement de l'origine des axes de coordonnées.

Dans un système d'axes, un point a pour coordonnées (x,y). On fait subir aux axes une translation (a,b). Les nouvelles coordonnées du point sont: (x - a, y - b).



L'axe des coordonnées a subi une translation (2,1). Les coordonnées sont devenues (20,10).

CHAPITRE 4.

BILAN DU TRAVAIL DES ELEVES DE LA CLASSE DE 6IEME ANNEE (PROFESSEUR: M. GEORGES LEBLOND)

11 ans I...

. Passe 1:30 sur le jeu des nombres;
. Ecrit (en page 7) les lettres jusqu'au N, par ordre alphabétique;
. Fait une maison avec un arbre avec "des escaliers";
. Dessine une fleur de lys;
. Prépare de nombreux plans de dessin et réalise un "soleil mexicain" particulièrement harmonieux;
. Comprend les techniques de la couleur;
. Moins intéressée de avril à mai;
. Reprise d'intérêt en mai;
. Très contente de son expérience;
. Joue avec "l'hélicoptère";
. A travaillé à peu près 20 heures.

12 ans S...

. Passe 1:30 sur le jeu des nombres;
. Veut écrire "en page 7" son nom - Réalise le S et le T;
  - Ne mène pas le projet à son terme;
. Travaille avec I... sur un dessin de bateau. Ils réalisent le bateau ensemble;
. Reprend le dessin de D ... et le complète;
. Travaille ensuite avec E ...;
. Dessine un avion et une piste et tente de l'animer. Ne parvient pas au terme du projet;
. Joue avec "l'hélicoptère";
. A travaillé à peu près 22 heures.

L...

. Passe 1:30 sur le jeu des nombres;
. Ecrit des lettres en page 7;
. Travaille avec C... pour faire des dessins. Réalise un X;
. Essaye de dessiner une feuille d'érable;
. Fait de nombreux dessins avec M...;
. A partir du moins d'avril joue beaucoup avec "l'hélicoptère";
. A peur de passer pour "niaiseuse";
. A travaillé 13 heures.

11 ans I...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Ecrit toutes les lettres en page 7
. Dessine avec S...;
. Réalise un plan de bateau, très soigné;
. Termine son bateau avec E...;
. Vit une période où il semble s'ennuyer de tout ce qu'il fait en classe;
. A travaillé 15 heures.

11 ans C...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Ecrit les lettres en page 7;
. Travaille avec L... sur les dessins;
. Revient de façon épisodique;
. Revient régulièrement avec le jeu de l'hélicoptère;
. A travaillé 12 heures.

S...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Fait toutes les lettres en "page 7";
. Dessine un bonhomme qui marche dans les collines;
  Voudrait faire déplacer le bonhomme;

. Travaille sur la couleur. Commence le drapeau suisse;
. Commence une fusée avec Y...;
. Travaille longtemps sur l'hélicoptère avec D.... puis seul;
. A travaillé 23 heures.

11 ans M...

. Passe 1:30 sur le jeu des nombres;
. Commence à écrire des lettres en page 7;
. Ne revient que pour jouer avec "l'hélicoptère";
. A travaillé 6 heures.

11 ans L...

. Passe 1:30 sur le jeu des nombres;
. Ecrit les lettres en page 7;
. Fait un dessin avec Y...;
. Fait un dessin avec M...;
. A travaillé 9 heures.

E...
. Passe 1:30 sur le jeu des nombres;
. Travaille sur les lettres en tant qu' exécutant de M-J...;
. Veut construire un Z en page 7;
. Revient en février pour s'initier au dessin;
. A travaillé 3 heures;

11 ans J...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Fait une maison avec Mo...;
. Achève seul la maison;
. Travaille avec M...;
. A travaillé 9 heures.

11 ans P...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Commence l'écriture en page 7, puis arrête;
. A travaillé 2 heures 30.

11 ans L...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Travaille 3 périodes sur l'écriture en page 8;
. Fait un début de dessin avec D...;
. Travaille 5 heures 30.

12 ans M...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Travaille sur les lettres en page 7;
. Dessine un tombeau avec une croix;
. Revient dessiner plusieurs fois, seul;
. Travaille sur l'hélicoptère;
. Retravaille sur le jeu des nombres;
. A travaillé 12 heures.

11 ans M...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Ecrit son nom en page 7;
. Dessine une maison avec J...;
. Dessine un avion;
. Dessine des nuages;
. Fait des dessins en perspective sur l'écran après avoir réalisé des petites maquettes auparavant;

. Colore l'avion et les nuages;
. Programme le mouvement de l'avion dans les nuages;
. Travaille sur l'hélicoptère;
. A travaillé 25 heures.

11 ans ½ E...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Ecrit les lettres en page 7;
. Dessine seul;
. Modifie seul le bateau de I...;
. Colore le bateau de I...;
. Fait le jeu de l'hélicoptère;
. A travaillé 15 heures.

12 ans E...

. Fait le jeu des nombres 1:30;
. Ecrit les lettres en page 7;
. Viens deux fois dessiner;
. A travaillé 8 heures.

D...
. Fait le jeu des nombres;
. Travaille sur l'écriture en page 7. Ecrit des lettres, son nom puis "Bonjour Alain". Devient une véritable virtuose;
. Fait des dessins;
. Fait le jeu de l'hélicoptère;
. Travaille 15 heures.

11 ans M...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Ecrit des lettres en page 7;
. Fait un dessin avec L...;
. Fait un dessin avec Lu...;
. Entreprend de faire un ballon qui bouge;
. A partir du mois de mars, travaille avec Lu...;
. Joue beaucoup au jeu de l'hélicoptère;
. A travaillé 15 heures.

11 ans N...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Ecrit en page 7 plusieurs fois;
. Prépare un plan pour construire une maison. Construit la maison;
. Travaille avec M-J..., de nouveau sur la page 7,
. Travaille avec D..., encore sur la page 7;
. Fait des dessins;
. Fait le plan d'un chien. Réalise le dessin avec M-J;
. Place la couleur sur le chien, avec M-J;
. Joue au jeu de l'hélicoptère;
. A travaillé 20 heures.

11 ans J...

. 1:30 de jeu des nombres;
. Ecrit en page 7;
. Vient dessiner;
. A travaillé 8 heures.

11 ans M...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Ecrit en page 7, plusieurs fois;
. Travaille avec N... sur un dessin;
. Prépare le plan d'un dessin (une tombe dans un vallon!), le réalise;
. A partir du mois de février travaille avec N... sur des dessins en couleur;
. Joue au jeu de l'hélicoptère;
. Rejoue de temps en temps au jeu des nombres;
. A travaillé 20 heures.

B...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Ecrit en page 7;
. Dessine avec E...;
. Fait un plan d'une croix, et d'un bonhomme qui saute de joie à côté;
. Réalise son dessin;
. Fait le plan d'un pirate et le réalise;
. Joue au jeu de l'hélicoptère et devient un expert;
. A travaillé 14 heures.

12 ans D...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Ecrit en page 7;
. Fait des dessins. Réalise un fond blanc pour pouvoir dessiner un oiseau noir. N'aboutit pas complètement;
. Construit un fort;
. Devient très fort au jeu de l'hélicoptère;
. A travaillé 18 heures.

Y...

. 1:30 sur le jeu des nombres;
. Ecrit les lettres en page 7;
. Fait des dessins;
. Prépare une fusée sur papier;
. Réalise son dessin avec L...;
. A travaillé 12 heures.

Remarques générales:

Sur 24 élèves, 3 ont travaillé moins de 5 heures, ce qu'on peut considérer comme très peu. Sur ces trois élèves, une n'a pas travaillé plus "parce qu'elle préférait faire autre chose" (P...), était débordée par son travail scolaire et n'avait pas le temps", selon ses dires.

Six élèves ont travaillé moins de 10 heures. E... arrivait tout juste à faire son travail scolaire. L... avait le temps, mais aimait beaucoup faire du bricolage, J... n'avait pas beaucoup de temps et trouvait difficile et stressant de travailler sur l'ordinateur.

Dix-huit élèves ont travaillé plus de 10 heures et six ont travaillé plus de 20 heures, ce qui est beaucoup.

On voit que les paires qui se sont formées au début se sont souvent défaites par la suite. A partir de février, cependant, les enfants savaient fort bien avec qui ils voulaient travailler.

Beaucoup de projets n'ont pas été menés à terme. Peu d'enfants ont réussi à programmer un mouvement complet. Il faudra apporter plus de soutien de ce côté.

Onze enfants ont travaillé plus de 15 heures, ce qui veut dire qu'ils ont réussi à dégager régulièrement près d'une heure par semaine pour travailler sur l'ordinateur, tout en continuant à réaliser leur travail habituel à l'intérieur du même horaire.

5. CONCLUSION

Le choix des activités et le langage choisi pour travailler sur l'ordinateur ont permis aux élèves d'explorer des concepts et d'aborder une formalisation qui leur sera enseignée dans la suite de leurs études mathématiques. L'ordinateur permet ainsi de combler une lacune de l'enseignement traditionnel: celle de l'exploration personnelle par l'élève d'un langage considéré habituellement comme "abstrait". Cette phase d'exploration active devrait faire que l'élève n'ait plus à subir passivement un enseignement théorique. Celle-ci est rendue possible parce que le langage de programmation est source immédiate de l'action visible de l'ordinateur. Ce langage se trouve donc acquis directement par interaction. Il suffit alors que le choix du langage soit intéressant.

L'ordinateur permet de faire réaliser aux élèves un travail de conception, dont ils sont les maîtres d'oeuvre, et qu'ils peuvent poursuivre jusqu'à la réalisation complète.

Il est possible d'utiliser avec profit un ordinateur pour deux classes et il faut penser à une semaine de formation par enseignant. Une personne-ressource, ayant une formation plus complète, devrait être disponible.

En plus d'un rôle d'animation indispensable, la D.G.M.E. pourrait, en continuant ce genre d'expérimentation, avoir un rôle moteur et proposer des exemples d'utilisations réalistes de l'ordinateur au niveau primaire, qui ne soient ni de l'enseignement programmé, ni de la gestion de l'apprentissage. Il serait dommage d'ignorer que l'ordinateur est un très bon outil qui fait une synthèse encore mal connue de ce qu'on a toujours cru contradictoire: discours et action, abstrait et concret, théorie et pratique. De cette synthèse, découle sûrement une nouvelle pratique pédagogique et peut-être une nouvelle science.